

# L'ÉCORÉNOVATION : ÉLÉMENT CLÉ DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE DU QUÉBEC

Par  
Marie-Ève Décoste

Essai présenté au Centre universitaire de formation  
en environnement et développement durable en vue  
de l'obtention du grade de maîtrise en environnement (M. Env.)

Sous la direction de Pierre Etcheverry

MAITRISE EN ENVIRONNEMENT  
UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE

Novembre 2020

## SOMMAIRE

Mots-clés : rénovation écologique, écorénovation, écoconstruction, bâtiment durable, innovation, performance environnementale, développement durable, parc de logements québécois, secteur résidentiel, secteur de la construction

L'objectif général de cet essai est d'évaluer le potentiel du secteur de l'écorénovation à participer à la transition écologique du Québec. Dans une optique de lutte contre les changements climatiques, la province s'est fixé des objectifs de réduction des émissions de gaz à effet de serre. La réduction de l'empreinte écologique de tous les secteurs est nécessaire à leur atteinte. Le secteur du bâtiment, émetteur de gaz à effet de serre, doit également se renouveler afin d'améliorer sa performance environnementale. C'est dans ces circonstances que la problématique principale prend son sens. Le parc immobilier actuel est vieillissant et souffre d'un manque d'entretien. À cela s'ajoute une faible intégration du développement durable. Le parc de logements, en plus d'émettre du carbone, possède une forte empreinte écologique; l'utilisation non rationnelle des ressources, la consommation non responsable d'énergie et d'eau ainsi que la production de déchets étant en cause. Le parc de logements québécois n'a pas été construit et n'a pas évolué dans des conditions favorisant un usage prolongé des bâtiments. Dans les circonstances actuelles, de nombreux bâtiments sont démolis plutôt que rénovés, car ils ne répondent plus à la demande du marché et ne sont pas adaptables aux besoins évolutifs de la société. D'un autre côté, l'écoconstruction et les innovations de cette filière gagnent en popularité, mais leur essor reste limité au Québec. L'écorénovation semble également être un scénario prometteur dans la perspective d'une amélioration de la performance environnementale des bâtiments. Toutefois, la réalité ne fait pas état du potentiel théorique de l'écoconstruction et de l'écorénovation à augmenter la durabilité du cadre bâti.

L'analyse des scénarios révèle que l'écorénovation affiche un fort potentiel à participer à la transition écologique du Québec. L'analyse des innovations de l'écoconstruction et des critères clés de la transition écologique du secteur du bâtiment démontre que l'écorénovation favorise la réutilisation de l'existant et la diminution des émissions de carbone intrinsèque, des aspects essentiels pour l'amélioration de la durabilité du parc de logements. Les conclusions de l'analyse suggèrent également que des freins au développement restreignent l'applicabilité et l'essor des innovations de l'écoconstruction au Québec.

Les recommandations principales de cet essai visent à promouvoir l'émergence et la concrétisation des innovations de l'écoconstruction sur le marché ainsi qu'à encourager l'essor de l'écorénovation dans le contexte québécois. Parmi ces recommandations, le développement du marché des écomatériaux locaux en réponse aux émissions de carbone intrinsèque des bâtiments ainsi que l'amélioration de l'adaptabilité des bâtiments par la planification des usages ultérieurs et par le choix des matériaux et des composantes permettant le démontage, le démantèlement et le recyclage sont proposés.

## REMERCIEMENTS

Cet essai signe la fin d'un parcours universitaire qui me paraissait jusqu'à aujourd'hui interminable. Ces années ont été pour moi enrichissantes à plusieurs niveaux. Je tiens à remercier toutes les personnes qui en ont fait partie et qui ont participé à cibler mes intérêts dans le domaine de l'environnement.

Je tiens à remercier mon directeur d'essai, Pierre Etcheverry, dont l'expérience dans le domaine de l'écoconstruction a été profitable à cet essai. Merci de m'avoir guidé et soutenu tout au long de ce travail, même dans mes moments d'inquiétudes. Merci pour votre disponibilité, vos commentaires toujours constructifs et vos encouragements à exprimer mes idées.

Je tiens également à remercier mes proches pour les moments partagés. Merci pour votre écoute, vos encouragements et votre compréhension à l'égard de mon horaire hebdomadaire toujours beaucoup trop chargé.

Je remercie sincèrement mes parents pour le soutien inconditionnel et qui ne se limite pas à la durée de la rédaction de cet essai. Merci de m'avoir enseigné la persévérance.

Puis, je remercie mon amoureux d'avoir partagé mon quotidien durant ces dernières années. Merci pour ta patience et ton intégrité.

## TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION .....	1
1. LE PARC IMMOBILIER QUÉBÉCOIS : ÉTAT ET IMPACTS RELATIFS AU CYCLE DE VIE DES BÂTIMENTS.....	4
1.1 Cadre bâti vieillissant .....	4
1.1.1 Historique des transformations majeures du parc de logements résidentiels québécois .....	4
1.1.2 Le vieillissement du parc de logements québécois .....	5
1.1.3 Faible intégration des principes de développement durable au parc de logements actuel .....	8
1.2 Impacts liés au cycle de vie des bâtiments.....	10
1.2.1 Émissions de gaz à effet de serre .....	11
1.2.2 Consommation énergétique.....	13
1.2.3 Consommation de ressources naturelles .....	13
1.2.4 Consommation d'eau.....	15
1.2.5 Production de déchets .....	15
2. L'ÉCOCONSTRUCTION.....	17
2.1 Contexte de la naissance du terme écoconstruction et sa définition vaste et inclusive .....	17
2.2 Avantages des écoconstructions en fonction des dimensions du développement durable .....	20
2.3 Participation à une idéologie plus vaste .....	23
2.4 Évaluation du développement durable dans le cadre bâti : programmes, certifications et autres outils.....	24
2.5 Tendances québécoises .....	29
2.6 Innovations de l'écoconstruction.....	31
3. LA RÉNOVATION ÉCOLOGIQUE COMME SOLUTION .....	34
3.1 Définir l'écorénovation .....	34
3.2 Avantages de la rénovation et de l'écorénovation .....	35
3.2.1 Augmentation de la durabilité des bâtiments.....	36
3.2.2 Réduction de l'empreinte environnementale des bâtiments.....	36

3.2.3	Avantages relatifs aux enjeux de santé, de salubrité et de sécurité .....	39
3.2.4	Avantages économiques pour les propriétaires .....	39
3.2.5	Avantages économiques à l'échelle de la société .....	40
3.2.6	Avantages sur le plan urbanistique et sociétal .....	40
3.3	Participation de l'écorénovation aux collectivités durables.....	41
3.4	Programmes incitant la rénovation au Québec.....	42
3.5	Tendances québécoises .....	44
3.5.1	La rénovation : nouvelle force du marché québécois de l'habitation .....	45
3.5.2	Portrait de la rénovation au Québec.....	47
3.6	La rénovation écologique : une innovation en soi.....	49
4.	FREINS AU DÉVELOPPEMENT DE L'ÉCOCONSTRUCTION AU QUÉBEC.....	52
4.1	Contexte règlementaire et implications gouvernementales .....	52
4.2	Écosystème du secteur de la construction .....	56
4.3	Manque de connaissances, accès à l'expertise et aux capitaux .....	57
4.3.1	Professionnels de la construction et de l'immobilier.....	58
4.3.2	Particuliers et propriétaires .....	59
4.4	Image de l'écoconstruction : perception des acteurs.....	60
4.4.1	Incertitudes et risques.....	60
4.4.2	Perception de surcouts .....	61
4.5	Fragmentation des incitations et vision de rentabilité à court terme.....	64
4.6	Clientèle ciblée et forces du marché.....	64
4.7	Avantage concurrentiel et stratégies de marketing des entreprises, des produits et des services écologiques .....	66
5.	ANALYSE DE L'INTÉGRATION DES INNOVATIONS PAR LA RÉNOVATION ÉCOLOGIQUE.....	68
5.1	Étapes méthodologiques .....	68
5.2	Présentation de la méthode d'analyse.....	69
5.3	Critères et sous-critères retenus pour l'analyse .....	71
5.3.1	Première analyse AHP : Déterminer les innovations à intégrer au secteur du bâtiment dans le but d'améliorer la durabilité du parc de logements .....	71

5.3.2	Deuxième analyse AHP : Déterminer le scénario permettant l'intégration des innovations.....	74
5.3.3	Troisième analyse AHP : Déterminer le scénario permettant l'intégration des critères clés de la transition écologique du secteur du bâtiment.....	74
5.4	Sélection des alternatives .....	74
5.4.1	Première analyse AHP : Déterminer les innovations à intégrer au secteur du bâtiment dans le but d'améliorer la durabilité du parc de logements .....	75
5.4.2	Deuxième et troisième analyse AHP : Déterminer le scénario permettant l'intégration des innovations et l'intégration des critères clés de la transition écologique du secteur du bâtiment.....	76
5.5	Pondération .....	76
5.5.1	Première analyse AHP : Déterminer les innovations à intégrer au secteur du bâtiment dans le but d'améliorer la durabilité du parc de logements .....	77
5.5.2	Deuxième analyse AHP : Déterminer le scénario permettant l'intégration des innovations.....	81
5.5.3	Troisième analyse AHP : Déterminer le scénario permettant l'intégration des critères clés de la transition écologique du secteur du bâtiment.....	82
5.6	Résultats des analyses AHP et interprétation .....	83
5.6.1	Première analyse AHP : Déterminer les innovations à intégrer au secteur du bâtiment dans le but d'améliorer la durabilité du parc de logements .....	83
5.6.2	Deuxième et troisième analyse AHP : Déterminer le scénario permettant l'intégration des innovations et l'intégration des critères clés de la transition écologique du secteur du bâtiment.....	87
5.8	Évaluation de l'applicabilité au contexte québécois actuel .....	91
6.	RECOMMANDATIONS .....	94
	CONCLUSION.....	99
	RÉFÉRENCES .....	101
	BIBLIOGRAPHIE .....	113
	ANNEXE 1 — PRINCIPES DE LA LOI SUR LE DÉVELOPPEMENT DURABLE .....	114
	ANNEXE 2 — FACTEURS INFLUENÇANT LA PROBABILITÉ DE RÉNOVER .....	115

ANNEXE 3 — CATÉGORIES DE CRITÈRES DU SYSTÈME D'ÉVALUATION LEED ET PRÉREQUIS ET CRÉDITS DU SYSTÈME D'ÉVALUATION LEED 2009 POUR L'AMÉNAGEMENT DES QUARTIERS .....	116
ANNEXE 4 — LES SIX DIMENSIONS ET LEURS THÈMES RESPECTIFS .....	118
ANNEXE 5 — SÉLECTION DES CRITÈRES ET SOUS-CRITÈRES DE LA PREMIÈRE ANALYSE AHP.....	119
ANNEXE 6 — SÉLECTION DES ALTERNATIVES DE LA PREMIÈRE ANALYSE AHP.....	121
ANNEXE 7 — MATRICES DE COMPARAISON DES ALTERNATIVES DE LA PREMIÈRE ANALYSE AHP EN FONCTION DES SOUS-CRITÈRES D'ÉVALUATION .....	124
ANNEXE 8 — MATRICES DE COMPARAISON DES ALTERNATIVES DE LA DEUXIÈME ANALYSE AHP EN FONCTION DES CRITÈRES D'ÉVALUATION .....	135
ANNEXE 9 — MATRICES DE COMPARAISON DES ALTERNATIVES DE LA TROISIÈME ANALYSE AHP EN FONCTION DES CRITÈRES D'ÉVALUATION .....	139
ANNEXE 10 — ALTERNATIVES À PRIORISER EN FONCTION DES CRITÈRES ET SOUS-CRITÈRES .....	143

## LISTE DES FIGURES ET DES TABLEAUX

Figure 1.1	Répartition des logements québécois selon la période de construction et le mode d'occupation .....	6
Figure 1.2	Phases du cycle de vie d'un bâtiment .....	10
Figure 1.3	Évolution des émissions de l'exploitation et des émissions de carbone intrinsèque du bâtiment .....	12
Figure 1.4	Dépenses énergétiques des ménages québécois en 2015 réparties en fonction des quintiles de revenu.....	14
Figure 2.1	Évolution du bâtiment dans le contexte environnemental .....	18
Figure 2.2	Émissions de GES du secteur résidentiel au Canada.....	21
Figure 2.3	Croissance de la pénétration du marché par LEED au Canada .....	30
Figure 2.4	Projets certifiés LEED au Québec .....	30
Figure 3.1	Impacts sur les changements climatiques d'un bâtiment commercial à Portland en fonction de sa durée de vie.....	38
Figure 3.2	Principaux types de travaux admissibles au programme RénoVert.....	43
Figure 3.3	Investissements dans le secteur de l'habitation au Québec .....	45
Figure 3.4	Investissements en rénovation et besoins en réparation .....	46
Figure 5.1	Résultats de la première analyse AHP : innovations à intégrer au secteur du bâtiment ..	84
Figure 5.2	Critères clés de la transition écologique du secteur du bâtiment et leur poids relatif en pourcentage .....	86
Figure 5.3	Résultats de la deuxième analyse : intégration des innovations de l'écoconstruction .....	87
Figure 5.4	Résultats de la troisième analyse : intégration des critères clés de la transition écologique du secteur du bâtiment .....	88
Figure 5.5	Intégration des innovations par l'écorénovation .....	90
Tableau 2.1	Programmes, certifications et autres outils caractérisant le portrait de l'écoconstruction résidentielle au Québec .....	26
Tableau 2.2	Innovations en écoconstruction .....	32
Tableau 3.1	Comparaison des bénéfices économiques des travaux de construction et de rénovation écologique.....	40
Tableau 3.2	Programmes soutenant l'écorénovation au Québec .....	43
Tableau 3.3	Facteurs influençant la probabilité de rénover.....	47
Tableau 3.4	Récapitulatif comparatif des avantages de l'écoconstruction, de la rénovation et de l'écorénovation relativement au scénario de nouvelle construction conventionnelle .....	50
Tableau 4.1	Catégories d'avantage concurrentiel .....	66



Tableau 5.1	Portée de la recherche d'information et de l'analyse.....	69
Tableau 5.2	Critères et sous-critères retenus pour la première analyse AHP .....	73
Tableau 5.3	Critères retenus pour la deuxième analyse AHP.....	74
Tableau 5.4	Critères retenus pour la troisième analyse AHP.....	74
Tableau 5.5	Alternatives retenues pour la première analyse AHP .....	75
Tableau 5.6	Alternatives sélectionnées pour la deuxième et troisième analyse AHP.....	76
Tableau 5.7	Tableau de Saaty.....	77
Tableau 5.8	Matrice de comparaison des critères.....	78
Tableau 5.9	Matrice de comparaison des sous-critères du critère Économique.....	79
Tableau 5.10	Matrice de comparaison des sous-critères du critère Social .....	80
Tableau 5.11	Matrice de comparaison des sous-critères du critère Environnemental.....	81
Tableau 5.12	Matrice de comparaison des critères.....	82
Tableau 5.13	Matrice de comparaison des critères.....	83
Tableau 5.14	Rang final des innovations par critère et rang final global.....	85
Tableau 5.15	Rangs finaux des scénarios.....	89
Tableau 5.16	Innovations que l'écorénovation intègre le mieux.....	91
Tableau 5.17	Évaluation de l'applicabilité des innovations dans le contexte québécois.....	92

## LISTE DES ACRONYMES, DES SYMBOLES ET DES SIGLES

3RV	Réduction, réemploi, recyclage et valorisation
ACV	Analyse du cycle de vie
AHP	Analyse hiérarchique des procédés
AIA	American Institute of Architects
APCHQ	Association des professionnels de la construction et de l'habitation du Québec
BCZ	Bâtiment à carbone zéro
BIM	<i>Building Information Modelling</i>
CaGBC	Canada Green Building Council
CBDCa	Conseil du bâtiment durable du Canada
CCE	Commission de coopération environnementale
CIRANO	Centre interuniversitaire de recherche en analyse des organisations
CO <sub>2</sub>	Dioxyde de carbone
CORPIQ	Corporation des propriétaires immobiliers du Québec
CRD	Construction, rénovation et démolition
EA	Écologisation accélérée
FSC	Forest Stewardship Council
G\$	Milliard de dollars
GBCI	Green Business Certification Inc.
GES	Gaz à effet de serre
GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
GtCO <sub>2</sub> éq	Gigatonne équivalent dioxyde de carbone
IC	Indice de cohérence
ISO	Organisation internationale de normalisation
LEED	<i>Leadership in Energy and Environmental Design</i>
M\$	Millions de dollars
m <sup>3</sup> /capita	Mètre cube par personne
MEBD	Méthodes d'évaluation du bâtiment durable
MEDD	Méthodes d'évaluation du développement durable
MELCC	Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques
MSQ	Maintien du statu quo
Mt	Mégatonne
MtCO <sub>2</sub> éq	Mégatonne équivalent dioxyde de carbone

OCDE	Organisation de coopération et de développement économiques
OMHM	Office municipal d'habitation de Montréal
OQLF	Office québécois de la langue française
PADD	Plan d'action de développement durable
PCI	Processus de conception intégrée
PIB	Produit intérieur brut
RBQ	Régie du bâtiment du Québec
RC	Ratio de cohérence
SCHL	Société canadienne d'hypothèques et de logement
SHQ	Société d'habitation du Québec
UL	Underwriters Laboratories

## LEXIQUE

Approche biomimétique	Dans le secteur du bâtiment, l'approche biomimétique s'inspire du biomimétisme. Ainsi, les mécanismes du vivant sont imités pour résoudre des problèmes d'ordre technique ou technologique (Office québécois de la langue française, 2015).
Bâti-Flex <sup>MC</sup>	Approche prévoyant dès la phase de conception la possibilité de modifier un bâtiment en fonction des besoins évolutifs des occupants, et ce, en prônant l'abordabilité (Société canadienne d'hypothèques et de logement, 2018a).
<i>Building Information Modelling</i>	Le <i>Building Information Modelling</i> ou la modélisation des données du bâtiment est un outil qui représente graphiquement tous les paramètres d'un bâtiment (telle une immense banque de données) ce qui permet leur analyse informatique (Roux, 2012).
Conception biophilique	Le terme <i>biophilie</i> fait référence à la passion pour le vivant. Dans le cadre bâti, la conception biophilique intègre des aspects et des processus naturels pour satisfaire l'attirance instinctive des humains envers la nature. Cette approche vise le mieux-être des occupants du bâtiment uniquement. (Soucy, 2015)
Démontage	En opposition à la démolition conventionnelle de bâtiment, le démontage et le démantèlement des bâtiments améliorent la possibilité de réutiliser ou de recycler les composantes et les matériaux (Secrétariat du Conseil du trésor du Canada, 1998).
Écoétiquette	Forme d'étiquette environnementale qui atteste la conformité à certains critères environnementaux (Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, 2020a).
Maison évolutive	Type d'habitation développée dans le cadre du programme de maîtrise <i>La maison à coût abordable</i> de l'École d'architecture de l'Université McGill qui consiste en un type de logement adaptable aux besoins des occupants (Société canadienne d'hypothèques et de logement, 2018a).

Maladie du légionnaire	Forme la plus grave de légionellose engendrée par la bactérie <i>Legionella pneumophila</i> présente naturellement dans les plans d'eau. La contamination est causée par la respiration de microgouttelettes contaminées provenant entre autres des systèmes de distribution d'eau chaude et des tours de refroidissement à l'eau (systèmes de climatisation). (Centre canadien d'hygiène et de sécurité au travail, 2015)
Processus de conception intégrée	Processus couvrant l'entièreté du cycle de vie du bâtiment et qui implique la collaboration et la multidisciplinarité. Le processus de conception intégrée vise l'efficacité et l'atteinte d'objectifs fonctionnels, environnementaux et économiques. (Société québécoise des infrastructures, 2016)
Rénovation énergétique profonde	Une rénovation énergétique profonde permet une réduction extrême de la consommation énergétique du bâtiment en fusionnant en un événement unique divers travaux de rénovation et d'amélioration (Retrofit Canada, 2019).
Requalification urbaine	Changement important de fonctionnement ou de vocation d'un lieu par un changement de forme ou d'activité (Vivre en Ville, s. d.d)
Syndrome des bâtiments malsains	Syndrome se caractérisant par l'apparition de symptômes multiples étant causés par l'occupation des environnements bâtis intérieurs et par le manque de ventilation adéquate. (Office québécois de la langue française, 1999)
Urbanisation intercalaire	Forme de densification qui a lieu sur un terrain déjà présent sur le territoire urbanisé, souvent viabilisé et délaissé. (Vivre en Ville, s. d.e)
Valeurs RSI	Valeurs de résistance thermique des matériaux (ou d'un assemblage de matériaux) relatives à leur épaisseur et conductivité thermique et indiquant leur efficacité à empêcher la chaleur de traverser (Voir vert, s. d.).

## INTRODUCTION

L'historique des accords internationaux démontre une réelle volonté d'intervenir afin de limiter les impacts des changements climatiques déjà ressentis à l'échelle planétaire. Dans le but de respecter ses engagements en matière de lutte contre les changements climatiques, le Québec doit accélérer sa transition vers des pratiques plus durables. À cet effet, des objectifs de réduction des gaz à effet de serre (GES) sont fixés pour les horizons 2030 et 2050 (Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques [MELCC], 2020b). Cependant, selon les tendances actuelles, ces objectifs ne seront pas atteints (MELCC, 2018).

Afin de réussir cette transition écologique, l'empreinte écologique de tous les secteurs doit être réduite. Le secteur du bâtiment n'y échappe pas. Au contraire, ce secteur compose une part importante des émissions de GES de la province. Selon *l'Inventaire québécois des émissions de gaz à effet de serre en 2016 et leur évolution depuis 1990*, le secteur du bâtiment (bâtiments résidentiels, commerciaux et institutionnels) est responsable de l'émission de 8,5 MtCO<sub>2</sub>eq (mégatonne équivalent dioxyde de carbone), cette quantité représentant près de 11 % des émissions de GES totales de la province (MELCC, 2018). Outre les émissions de GES, les bâtiments engendrent des incidences environnementales non négligeables au cours de leur cycle de vie (Alain, 2015; Chayer, 2018). Ces incidences découlent d'une forte consommation d'énergie, de ressources naturelles et d'eau en plus de la production de déchets.

Parallèlement, le parc de logements québécois reflète une faible intégration du développement durable<sup>1</sup>. La non-intégration du développement durable est illustrée par le fait que les bâtiments n'ont pas été conçus en prévision de la prolongation de leur usage ni en fonction de leur fin de vie (Conseil du bâtiment durable du Canada [CBDCa] et Delphi Group, 2016). Actuellement, les bâtiments sont vieillissants et font état d'un manque d'entretien (CBDCa, 2013). Les bâtiments plus âgés sont problématiques dans la mesure où ce sont ceux qui émettent le plus de GES et qui possèdent des systèmes énergivores en plus d'une enveloppe du bâtiment peu performante (CBDCa, 2013). Les bâtiments âgés ont également une probabilité plus élevée d'engendrer des enjeux relatifs à la sécurité, à la salubrité et à la santé des occupants. L'adaptation des bâtiments aux conditions qu'imposeront les changements climatiques à venir doit de même être considérée impérativement (Dubois, 2014). Puis, comme le secteur de la construction nouvelle est limité par les besoins de la population, la rénovation devient alors une option prometteuse et réaliste dans la perspective de favoriser l'intégration des principes de développement durable au cadre bâti (Comité sénatorial permanent de l'énergie, de l'environnement et des ressources naturelles, 2018). Effectivement, sur le plan de la durabilité, la prolongation de la durée de vie utile du bâtiment, retardant ou évitant par le fait même une nouvelle construction, est un facteur considérable (Alliance HQE-GBC France, 2018).

---

<sup>1</sup> Dans le cadre de cet essai, la faible intégration du développement durable fait référence principalement à une faible intégration de la sphère environnementale. Selon les modèles de durabilité forte, la substituabilité entre les capitaux n'est pas parfaite, elle est limitée; les capitaux possèdent un capital critique dont les éléments qui le composent ne sont pas substituables et dont la perte est irréversible (Office québécois de la langue française [OQLF], 2009).

Le secteur du bâtiment est donc identifié comme étant un axe d'intervention déterminant à la réussite de la transition écologique du Québec impliquant inévitablement la lutte contre les changements climatiques (CBDCa, 2016). Les bâtiments peuvent contribuer à la réduction des GES provinciaux sur le long terme (CBDCa, 2016). Aussi, les innovations du secteur de l'écoconstruction et de l'écorénovation permettent d'améliorer la performance environnementale des bâtiments et de réduire l'empreinte écologique du parc immobilier tout en bonifiant la qualité et les conditions de vie des occupants (Commission de coopération environnementale [CCE], 2008). L'écoconstruction se veut une manière d'intégrer au cadre bâti des pratiques et des matériaux préférables sur le plan du développement durable (CCE, 2008). Sur le plan théorique, les bâtiments écologiques semblent donc être une solution idéale aux problématiques urbaines et un moyen efficace de participer à l'atteinte des objectifs gouvernementaux en matière de développement durable. Cependant, plusieurs freins au développement semblent limiter l'essor de l'écoconstruction au Québec. Le secteur des bâtiments résidentiels est composé d'une très faible proportion de constructions écologiques (CCE, 2008). Le manque de concordance entre la volonté exprimée d'intégrer le développement durable aux secteurs de la construction et du bâtiment et la réalité du parc immobilier québécois marque l'intérêt et la pertinence d'étudier ce sujet.

L'objectif général de cet essai est d'évaluer le potentiel du secteur de l'écorénovation à participer à la transition écologique du Québec. Pour y parvenir, les objectifs spécifiques qui suivent orientent ce travail. D'abord, une identification des impacts relatifs au cycle de vie des bâtiments (sur les plans environnemental, social et économique) qui démontrent la nécessité d'une prise en compte des principes de développement durable par le secteur de la construction résidentielle est réalisée. Ensuite, l'intérêt général des principes de la construction écologique à répondre à cette problématique est énoncé. Les innovations que l'industrie de la rénovation résidentielle écologique peut intégrer pour bien performer sur le plan de la durabilité et donc en matière de transition écologique sont abordées. Les freins au développement de l'écoconstruction sont par la suite présentés. Puis, une comparaison des différents scénarios est réalisée à l'aide de matrices d'analyse multicritère de développement durable. Finalement, des recommandations visant à faciliter l'émergence d'innovations performantes sur le marché de la rénovation écologique au Québec et visant à promouvoir le développement de ce marché d'avenir sont proposées.

Dans le but de répondre aux objectifs de cet essai, une première étape d'acquisition des connaissances est effectuée par une revue de la littérature. Le but de cette étape est d'établir un portrait du contexte particulier du Québec, de l'écoconstruction et de l'écorénovation. Par la suite, un outil d'aide à la décision multicritère est utilisé afin d'analyser les innovations et les scénarios à prioriser en vue d'augmenter la durabilité du parc de logements québécois.

Dans le souci d'assurer la qualité et la pertinence de cet essai, de nombreuses références diversifiées, retraçables et récentes ont été consultées. Pour ces dernières, le contexte géographique nord-américain et une année de publication ultérieure à 2000 étaient privilégiés. Les sources principales sont constituées de rapports et d'études publiés par des organismes, des organisations et des associations d'importance dont

la crédibilité est déjà confirmée et dont la réputation dans l'industrie de la construction ou de l'habitation est établie, par exemple l'Association des professionnels de la construction et de l'habitation du Québec (APCHQ), le CBDCa et la Société d'habitation du Québec (SHQ). Les publications gouvernementales et ministérielles figurent également parmi les sources principales dont la crédibilité est établie. Pour compléter ces sources d'information, des travaux de la communauté étudiante des cycles supérieurs, des sites web et des articles de périodiques et de quotidiens ont été consultés. Pour ces sources, l'évaluation de l'auteure ou de l'auteur, de l'année de publication, de l'objectivité et des références citées vient confirmer la qualité et la fiabilité de la source.

L'essai se divise en six chapitres. Le premier chapitre présente le parc immobilier québécois, son état reflétant l'âge moyen des bâtiments et l'intégration du développement durable. Les impacts relatifs au cycle de vie des bâtiments y sont également décrits. Le chapitre 2 expose le concept d'écoconstruction, les avantages qui lui sont propres, les innovations de ce domaine et les tendances en matière de bâtiment durable au Québec. Le troisième chapitre trace le portrait de la rénovation écologique. Les aspects traités sont les mêmes que ceux exposés au chapitre 2, mais une attention particulière est portée aux avantages et aux innovations. Le chapitre 4 présente les freins au développement de l'écoconstruction au Québec. Le cinquième chapitre consiste en une analyse de l'intégration des innovations par la rénovation écologique. Puis, le sixième chapitre liste les recommandations qui découlent de l'étude de la problématique, des particularités du contexte québécois et des résultats de l'analyse.



## **1. LE PARC IMMOBILIER QUÉBÉCOIS : ÉTAT ET IMPACTS RELATIFS AU CYCLE DE VIE DES BÂTIMENTS**

Le premier chapitre met en contexte la problématique liée à la non-intégration des principes de développement durable au cycle de vie des bâtiments. Un lien est établi entre l'état actuel du parc de logements québécois et les impacts qui en découlent actuellement ou en émaneront tout au long de la vie des bâtiments qui le constituent.

D'abord, un portrait du parc immobilier québécois est exposé. Le vieillissement du patrimoine bâti ainsi que les causes et les conséquences en lien avec cette situation sont abordées. Ensuite, les répercussions environnementales reliées au cycle de vie généralement et plus spécifiquement associées aux bâtiments sont présentées. Les impacts sociaux et économiques sont aussi pris en considération dans ce chapitre.

### **1.1 Cadre bâti vieillissant**

Le parc immobilier québécois actuel compte plus de 1,35 million de logements (APCHQ, 2019). La composition actuelle du parc immobilier se distingue par une diversité patrimoniale impressionnante. Cette diversité est notamment relative à l'âge des bâtiments qui le composent. En effet, l'évolution du parc est caractérisée par des transformations sociétales majeures qui ont entre autres eu comme incidences le vieillissement des bâtiments et une faible intégration des principes de développement durable. Les sections qui suivent tracent l'évolution du parc de logements et les conditions qui ont mené à son vieillissement et à sa faible performance sur le plan de la durabilité.

#### **1.1.1 Historique des transformations majeures du parc de logements résidentiels québécois**

Depuis les cinquante dernières années, le Québec a connu maintes transformations sociétales d'importance. Ces transformations ont modifié les besoins en matière de logement et par le fait même la structure du patrimoine bâti.

D'abord, la société québécoise a vécu une urbanisation. Les ménages ont quitté les milieux ruraux pour se rapprocher des centres urbains. Un renversement de la composition dominante des ménages passant de familiaux à non familiaux eut également lieu (Koulouris, 2017). De plus, la taille des ménages a connu une régression constante au courant des dernières décennies. La taille moyenne des ménages était de 4,4 en 1956; de 2,6 en 1991; de 2,3 en 2006 et est estimée à 2,1 pour 2031 (SHQ, 2012). Cette transformation est particulièrement représentée par la hausse des ménages formés de personnes seules nécessitant conséquemment de plus petites superficies habitables. Aussi, le vieillissement de la population que connaît actuellement le Québec a un impact sur les besoins en logement. Par exemple, les bébé-boumeurs, dont le poids générationnel est important et dont le taux de propriété a été supérieur aux générations précédentes, auront un impact important au courant des prochaines années s'ils suivent les tendances

indiquant un retour vers le mode locatif avec l'accroissement de l'âge (Koulouris, 2017). La hausse des ménages non familiaux et de petite taille est également illustrée par les statistiques de construction. Après avoir connu une dégression, vers 1995, les mises en chantiers d'appartements ont repris. Pour la période 2007-2016, la construction d'appartements a dépassé en matière de moyenne annuelle les maisons individuelles et les maisons jumelées et en rangée (Koulouris, 2017). Une autre transformation importante du parc immobilier est attribuable à la rénovation résidentielle qui a émergé sur le marché de masse de l'habitation dominé auparavant par la nouvelle construction (Koulouris, 2017).

Ensuite, l'augmentation du taux de propriété caractérisant une période de croissance économique est une autre transformation du patrimoine bâti (Koulouris, 2017). Le taux de propriété qui a atteint 50,4 % en 1976 n'a jamais connu de déclin depuis (SHQ, 2013). En 2006, ce taux a atteint 60,2 % et, selon les estimations de l'Institut de la Statistique du Québec, il rejoindra 64 % en 2031 (SHQ, 2013). L'étude des tendances permet d'émettre des hypothèses sur l'accroissement du taux de propriété. Les tendances observées récemment indiquent que la copropriété connaît une popularité grandissante en répondant à la demande de logement de plus petite superficie. La copropriété participe ainsi à la hausse du taux de propriété, ce dernier n'étant plus majoritairement caractéristique des ménages familiaux ou composés de plusieurs personnes (SHQ, 2012). Toutefois, malgré une hausse des ménages propriétaires, la proportion québécoise demeure inférieure à la moyenne canadienne selon les estimations récentes. Au Québec, le taux de propriété est de 61,3 %, tandis qu'au Canada, il s'élève à 67,8 % (Statistique Canada, 2017).

L'historique des transformations majeures du parc de logements québécois illustre l'influence des populations et de leurs modes de vie sur le bâti. Les préoccupations et les besoins en logement des dernières époques sont ainsi imbriqués dans le patrimoine bâti actuel. À cet effet, une quantité considérable de bâtiments ont été construits en quelques décennies seulement, et ce, en fonction des besoins de la société d'hier visant la croissance et l'amélioration des conditions de vie. Ces bâtiments sont aujourd'hui vieillissants.

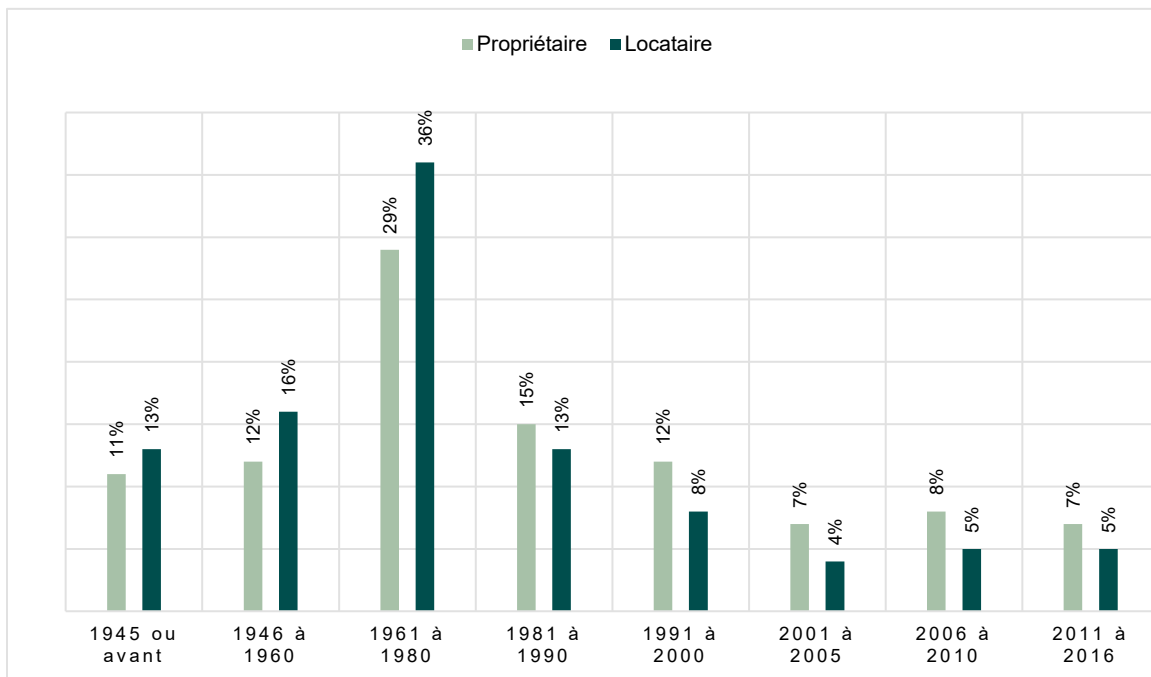
### **1.1.2 Le vieillissement du parc de logements québécois**

La section suivante traite du vieillissement du parc de logements québécois en tentant de répondre aux questions suivantes. Quel est l'âge des bâtiments du patrimoine bâti du Québec ? Pourquoi cet âge mène-t-il à l'affirmation que le parc de logements est vieillissant ? Quelles sont les conditions (réelles ou hypothétiques) qui ont mené à cet état ?

En premier lieu, en fonction des données de recensements tirées de compilations spéciales effectuées en 1991, 1996, 2001 et 2006 pour la SHQ par Statistique Canada, les logements du Québec sont en moyenne plus âgés que ceux du reste du Canada. À cet effet, 36 % des logements québécois ont été construits avant 1961 comparativement à 28 %, la moyenne canadienne. À Montréal, cette proportion s'élève à 46 %. De

plus, 39 % des logements québécois ont été construits entre 1961 et 1980 et 25 % ont été construits ultérieurement à 1980. (SHQ, 2013)

À la lumière de ce qui précède, la figure 1.1 illustre la répartition des logements en fonction de l'année de construction et du mode d'occupation (propriétaire ou locataire).



**Figure 1.1 Répartition des logements québécois selon la période de construction et le mode d'occupation** (inspiré de : APCHQ, 2019)

À la figure 1.1, il est possible d'observer que les logements locatifs sont en moyenne plus âgés que les logements des propriétaires-occupants. Effectivement, 78 % des logements locatifs ont été construits avant 1991 comparativement à 64 % des logements des propriétaires-occupants. Les ménages locataires résident en majorité (65 %) dans un logement construit avant 1981. En ajout, l'âge moyen du parc de logements des régions de l'APCHQ est de 39 ans sous la catégorie propriétaires-occupants, tandis qu'il est de 46 ans pour les logements locatifs. En 2017, l'âge moyen des habitations de la province était de 43 ans. (APCHQ, 2014; APCHQ, 2017)

En second lieu, le parc de logements québécois est considéré comme étant « vieillissant » dans la perspective où la majorité des bâtiments au Canada possède une durée de vie moyenne inférieure à 100 ans (Athena Institute, 2004). En outre, comme beaucoup d'habitations au Québec ont été construites entre 1960 et 1980, dans une période connaissant un taux de croissance nettement supérieur à celui des années précédentes, leur proportion est aujourd'hui importante. Cette forte proportion pèse de manière considérable sur l'accroissement de l'âge moyen des bâtiments, et ce, plus le temps passe (SHQ, 1993).

Finalement, outre l'âge des bâtiments, l'entretien impacte l'état et la vitesse de dégradation des constructions et du parc de logements. Par exemple, en Europe, où approximativement 40 % des

habitations ont été construites avant 1960, les besoins en entretien sont critiques (Circle Economy, 2019). Une des raisons expliquant cette situation réside dans le fait que les anciennes pratiques de construction ne permettent pas d'atteindre les standards et les exigences des codes du bâtiment contemporains (Circle Economy, 2019). Parallèlement, le déficit d'entretien est la raison principale pour démolir un bâtiment en Amérique du Nord, selon une étude de l'Athena Institute réalisée en 2004. À première vue, la démolition des vieux bâtiments pour en construire de nouveaux règle l'enjeu relié au vieillissement. Toutefois, ce n'est pas ce qui est préférable dans une perspective de développement durable, la pérennité des bâtiments existants est plutôt à prioriser. C'est pourquoi une importance est accordée à l'entretien. Ce dernier est une condition nécessaire au rajeunissement du parc (Corporation des propriétaires immobiliers du Québec [CORPIQ], 2011). En d'autres termes, l'entretien ponctuel du bâtiment est nécessaire à sa préservation physique et à son adaptation aux nouvelles conditions. Ainsi, peu importe son âge, un bâtiment entretenu et rénové au fil du temps peut être conservé très longtemps. Malheureusement, la problématique actuelle du vieillissement du parc de logements en Amérique du Nord est fortement impactée par un déficit d'entretien.

Pour ce qui est du Québec, la communauté du bâtiment durable du Canada est d'avis que l'état actuel du patrimoine bâti est la conséquence de longues années de négligence en matière de travaux d'entretien préventif des bâtiments existants. Les bâtiments plus âgés nécessitent aujourd'hui de considérables améliorations, car ce sont ceux qui émettent le plus de GES en possédant une enveloppe peu efficace et des systèmes énergivores. De plus, les conditions de marché contemporaines basées sur les retours rapides sur investissements ne permettent pas de recueillir les fonds indispensables au rajeunissement et à l'entretien du parc de logements. (CBDCa, 2013)

D'après la CORPIQ (2011), une autre raison expliquant cette situation de vieillissement au Québec découle des critères actuels de fixation des couts de location des logements et de l'évolution de l'application du *Règlement sur les critères pour la fixation de loyer*. Depuis les trente dernières années, ces critères ne permettent pas aux propriétaires de couvrir les dépenses d'entretien primordial, incluant les travaux majeurs ou touchant l'efficacité énergétique. Effectivement, selon l'augmentation des loyers accordée par la Régie du logement, en 2016, l'amortissement d'un investissement de 1000 \$ en travaux majeurs de rénovation était envisageable sur un horizon de 40 ans (CORPIQ, 2011). Parallèlement, la capacité de payer des locataires limite une hausse des loyers qui pourrait permettre aux propriétaires d'effectuer les travaux de rénovation nécessaires. Au Québec, 34 % des ménages locataires dépensent 30 % ou plus de leurs revenus pour se loger (APCHQ, 2019). Cela est problématique dans l'optique où pour être considérés comme abordables, les couts liés au logement (loyer, hypothèque, taxes foncières et frais de chauffage) ne doivent pas excéder 30 % du revenu mensuel brut du ménage occupant (Vivre en Ville, s. d.c). Aussi, le fait de garder les loyers bas n'est pas profitable sur le long terme pour les propriétaires ni pour les locataires. Pour les premiers, la valeur des investissements décroît. Pour les seconds, les conditions de vie se verront affectées par la détérioration temporelle des logements, et ce, particulièrement dans une optique de changements climatiques (CORPIQ, 2011). Cet exemple de la situation dans laquelle des propriétaires et

des locataires de logements vieillissants sont bloqués financièrement mène à la réflexion d'une faible intégration du développement durable au cadre bâti québécois.

### **1.1.3 Faible intégration des principes de développement durable au parc de logements actuel**

Au Québec, c'est aux années 1960 – 1970 qu'on associe la naissance du mouvement environnemental contemporain (Roy-Touchette, 2019). À cette époque, près de 40 % des logements québécois avaient déjà été construits, les écoconstructions n'étant pas la tendance dominante. À cette époque, les pratiques du secteur de la construction n'étaient pas régies par des préoccupations découlant du développement durable. Plus tard, en 1994, la SHQ affirmait que la détérioration incessante des bâtiments et la raréfaction des ressources imposent comme priorité de soutenir la conservation du patrimoine résidentiel par la rénovation et d'améliorer, par le fait même, les conditions de vie des occupants de vieux bâtiments (SHQ, 1994).

C'est en 2006 que la *Loi sur le développement durable* du Québec entre en vigueur, engageant ainsi le gouvernement à entreprendre des actions et des stratégies et à développer des indicateurs mesurant l'intégration des 16 principes (voir l'annexe 1) définis concomitamment (MELCC, 2020c). Dans les circonstances, le premier Plan d'action de développement durable (PADD) par la Régie du bâtiment du Québec (RBQ) est adopté en 2009. Ce PADD visait l'intégration des principes établis par la Loi aux activités ainsi que la sensibilisation d'une part des partenaires publics-privés de la RBQ, et d'autre part de la population (RBQ, 2016).

Parallèlement, l'état actuel du parc de logements au Québec démontre une faible intégration des principes de développement durable. Contrairement à la situation présente où les habitations écologiques connaissent une hausse de popularité, l'édification du parc immobilier québécois est qualifiée par des considérations autres qu'environnementales telles que la salubrité, l'accessibilité et l'abordabilité du logement (SHQ, 2005). En ajout, comme il sera exposé au chapitre 4, malgré la popularité grandissante de l'écoconstruction, plusieurs freins empêchent l'industrie du bâtiment durable de prendre de l'essor.

Il est maintenant pertinent de porter une attention particulière à la raison principale expliquant la faible performance du patrimoine bâti québécois sur le plan du développement durable. La faible intégration du développement durable s'explique par le fait que les bâtiments n'ont pas été construits et ils n'ont pas évolués dans des conditions leur permettant de perdurer sur le très long terme. Autrement dit, les bâtiments possèdent une durée de vie limitée, ont été construits en fonction d'un usage unique et n'ont pas été conçus en planification de leur fin de vie (CBDCa et Delphi Group, 2016). D'abord, les matériaux utilisés ne permettent généralement pas le démontage du bâtiment, compliquant ainsi la rénovation, la réutilisation et le recyclage. Mais il n'y a pas que le choix des matériaux qui compte pour augmenter la durée de vie et la durabilité d'un bâtiment, la démarche importe aussi. Par exemple, un revêtement écologique qui devient un déchet après quelques années d'utilisation n'est pas plus durable qu'un revêtement classique utilisé

longtemps et recyclé après coup. Écologique ou non, ces deux types de matériaux sont posés relativement de la même manière, mais, s'ils ne sont pas conçus pour être démontables, leur durabilité en est ainsi affectée. La prolongation de la durée d'usage des bâtiments est le facteur le plus important dans une optique de durabilité du cadre bâti (Alliance HQE-GBC France, 2018). Pour une meilleure intégration des principes de développement durable au bâtiment, les approches en économie circulaire appliquée aux bâtiments proposent d'augmenter la durabilité en orientant les décisions en fonction des caractéristiques clés suivantes : la pérennité des produits et des équipements utilisés, l'évolutivité du bâtiment et l'entretien (Alliance HQE-GBC France, 2018).

D'abord, la durée d'usage des bâtiments est influencée par la pérennité des produits et des équipements. Les choix de matériaux, d'innovations et de procédés basés sur des critères de performance technologique et environnementale, de durabilité et de qualité plutôt qu'uniquement basés sur des critères économiques prolongent la durée de vie du bâtiment. De cette manière, la démolition est retardée ou les rénovations requises sont espacées. (Alliance HQE-GBC France, 2018)

Ensuite, l'évolutivité (ou la modularité, ou l'adaptabilité) d'un bâtiment est directement liée à son obsolescence commerciale ou patrimoniale, c'est-à-dire lorsque ce dernier ne répond plus à la demande du marché (Alliance HQE-GBC France, 2018). La durabilité n'est pas uniquement liée à la structure fonctionnelle d'un bâtiment et au choix de matériaux. Les aspects de planification urbaine tels que les changements de zonage et les fluctuations de la valeur immobilière des lots sont aussi à considérer (Athena Institute, 2004). Le réaménagement du tissu urbain et l'incapacité d'un bâtiment de satisfaire aux besoins (actuels et futurs) sont d'ailleurs identifiés comme des causes principales de la démolition d'un immeuble sans considération pour son âge ou son état physique (Athena Institute, 2004). Selon ce qui précède, un bâtiment structurellement conçu pour durer sur le très long terme peut être détruit après quelques décennies, car il ne répond pas aux nouveaux besoins et il n'est pas adaptable. Détruire pour reconstruire symbolise une surconsommation ayant des incidences importantes sur l'environnement (Fleury, 2013). La réversibilité de l'usage des bâtiments permet donc l'adaptation aux aléas démographiques et aux besoins sociétaux inévitablement évolutifs. De cette manière, le bâti peut être conservé plus longtemps.

Puis, l'entretien est primordial pour préserver et rajeunir le patrimoine bâti et ainsi en augmenter la durabilité. Cependant, comme mentionné précédemment, le parc de logements québécois a évolué dans un contexte incitant peu les investissements nécessaires à l'entretien. Ces investissements ne dépendent pas exclusivement des propriétaires des bâtiments, les politiques publiques d'habitation influencent aussi les travaux d'entretien réalisés (SHQ, 2005).

En somme, le parc immobilier québécois est aujourd'hui vieillissant et il n'a pas été construit en fonction de l'évaluation de la performance par des indicateurs de développement durable. Favoriser et faciliter la rénovation pour une utilisation des bâtiments sur le très long terme ne figurait pas parmi les préoccupations principales. En conséquence, l'état actuel du parc de logements aura comme incidences d'une part la réduction de la durée de vie des bâtiments et d'autre part l'inefficience de ces derniers à répondre aux

conditions climatiques à venir (Dubois, 2014). En plus de cela, la non-intégration des principes de durabilité au parc de logements a déjà et continuera d'avoir pour répercussion un impact environnemental important lié au cycle de vie complet des bâtiments (Alain, 2015; Chayer, 2018).

## 1.2 Impacts liés au cycle de vie des bâtiments

Les constructions sont ancrées dans les sociétés. Elles ont une grande influence sur les modes de vie et le bien-être des occupants. Elles sont essentielles pour répondre aux différents besoins et activités du quotidien. L'empreinte environnementale d'une société en est donc fortement tributaire (Ruschi Mendes Saade, 2019). En d'autres termes, les bâtiments :

« traduisent qui nous sommes, individuellement et collectivement, et représentent non seulement notre héritage du passé, mais aussi celui que nous laissons aux générations futures. Les choix que nous faisons aujourd'hui au sujet de nos bâtiments se répercuteront sur de nombreuses générations » (Comité sénatorial permanent de l'énergie, de l'environnement et des ressources naturelles, 2018).

Selon une approche basée sur l'analyse du cycle de vie (ACV), le cycle de vie classique d'un bâtiment comprend les phases principales de construction, d'utilisation et de fin de vie. La figure 1.2 illustre les phases associées plus spécifiquement à un bâtiment dans le cadre d'une approche ACV.



**Figure 1.2 Phases du cycle de vie d'un bâtiment** (inspiré de : The Atmospheric Fund, 2017)

Alors que le cycle de vie du bâtiment se distingue par trois phrases principales, les répercussions qu'ont les bâtiments sur l'environnement peuvent être classifiées sous deux catégories :

- les impacts liés à la phase d'exploitation et d'utilisation quotidienne du bâtiment;
- les impacts liés aux phases de fabrication, de construction, d'entretien, de maintien du bâtiment et de fin de vie des matériaux employés (Paleshi et Summers, 2019).

À l'échelle de l'Amérique du Nord, l'importance accordée à l'efficacité énergétique et aux énergies renouvelables par les différentes politiques et stratégies gouvernementales soutient l'hypothèse que les impacts environnementaux sont en majorité engendrés lors de la phase d'utilisation. Une forte consommation énergétique liée aux besoins en chauffage et en électricité qualifie effectivement cette phase. De plus, les émissions liées à la phase d'utilisation « are generally the best understood, the easiest to measure and, in turn, the most feasible to reduce (sont généralement les mieux comprises, les plus

faciles à mesurer et en retour, les plus réalistes à réduire) » (The Atmospheric Fund, 2017). Les impacts liés à l'utilisation d'un bâtiment, à sa performance opérationnelle, sont répartis dans le temps. Ils peuvent alors être amoindris au cours de la durée de vie du bâtiment, notamment par la rénovation. Le remplacement des ampoules incandescentes par des ampoules fluocompactes écoénergétiques est un exemple simple, mais qui illustre bien l'amélioration de la performance opérationnelle d'un bâtiment.

Cependant, il n'y a pas que les impacts découlant directement de l'exploitation qui comptent dans l'écoresponsabilité d'un bâtiment (Paleshi et Summers, 2019). Les impacts rattachés à la construction qui sont plutôt de l'ordre de la consommation de ressources naturelles et de l'émission de polluants sont aussi importants à considérer (The Atmospheric Fund, 2017). Contrairement aux impacts relatifs à l'utilisation du bâtiment, ces impacts sont imperceptibles sur une base temporelle du fait qu'ils ne surviennent qu'une seule fois (Ruschi Mendes Saade, 2019). Par exemple, il n'est pas possible après coup d'annuler les émissions de GES relatives à la production et au transport des matériaux de construction. Ces émissions peuvent uniquement être compensées. Dans cette perspective, des choix permettant de limiter les impacts devraient être favorisés lors de la phase de conception. Puis, les effets environnementaux liés à la phase de fin de vie des bâtiments et tributaires principalement de la production de déchets ne sont pas à négliger.

Le secteur du bâtiment est donc caractérisé par les différents impacts environnementaux qu'il engendre, et ce, aux différentes étapes de la vie d'un bâtiment. Ces impacts environnementaux incluent la production de GES, une forte consommation énergétique, l'épuisement des ressources naturelles, une consommation d'eau importante et la production de déchets.

### **1.2.1 Émissions de gaz à effet de serre**

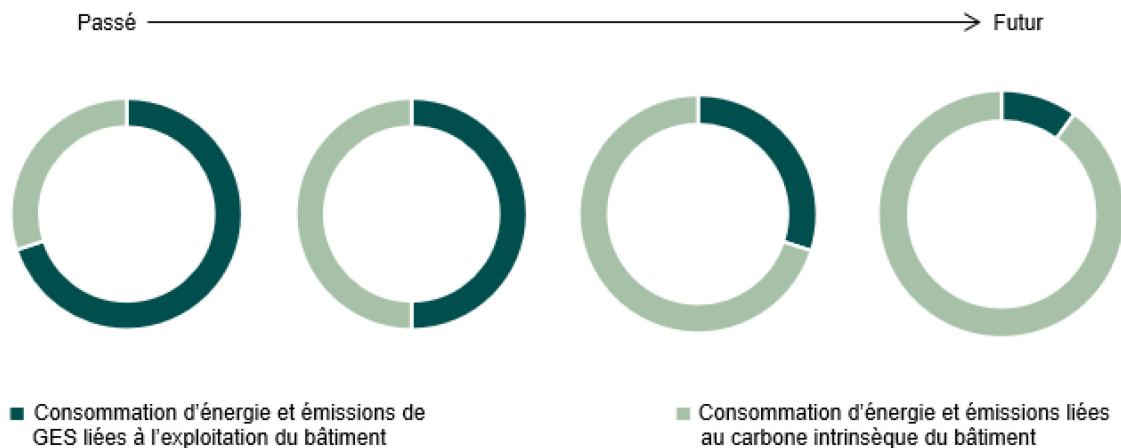
Les émissions de GES consistent en un indicateur largement utilisé pour estimer les effets des activités anthropiques sur l'environnement, notamment dans une perspective de changements climatiques. Par exemple, au Canada, les effets reconnus ou anticipés des changements climatiques incluent « des variations de la température de l'air, des précipitations, de la couverture de neige et de glace » qui ont ou auront des répercussions sur « le milieu naturel, les secteurs économiques du Canada et la santé des Canadiens » (Gouvernement du Canada, 2014). À l'échelle régionale, les constats sont les mêmes. Selon le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) (2007), les changements climatiques amplifieront d'autres facteurs de tension sur les infrastructures urbaines et sur la santé et la sécurité des populations. Par exemple, les effets des changements climatiques seront multipliés par les îlots de chaleur, la croissance démographique et le parc des logements vieillissant et mal adapté.

À l'échelle internationale, les émissions de GES associées au besoin sociétal d'habitation représentaient 9 GtCO<sub>2</sub>éq (gigatonne équivalent dioxyde de carbone) en 2017, ce qui équivaut à près d'un cinquième des émissions mondiales totales (Circle Economy, 2019). Au Canada, en 2017, les émissions de GES du secteur des bâtiments (résidentiels, commerciaux et institutionnels) constituaient 85 MtCO<sub>2</sub>éq, soit près de



12 % des émissions de tout le pays (Environnement et Changement climatique Canada, 2019). Lorsque la consommation d'électricité y est ajoutée, ce pourcentage se rapproche de 25 % (Environnement et Changement climatique Canada, 2019). Au Québec, en 2016, 8,5 MtCO<sub>2</sub>eq ont été émises par ce même secteur, soit 10,8 % du total de la province, la subdivision résidentielle représentant 44,9 % du secteur des bâtiments (MELCC, 2018).

Les estimations précédentes se rattachent généralement uniquement à la phase d'utilisation du bâtiment. Au Canada, pour cette phase, la principale source d'émission est le chauffage des pièces et des locaux (Comité sénatorial permanent de l'énergie, de l'environnement et des ressources naturelles, 2018). Cependant, les émissions intrinsèques sont aussi importantes à inclure aux politiques et stratégies gouvernementales. Le carbone intrinsèque du bâtiment fait référence à l'énergie totale utilisée lors des étapes du cycle de vie (excluant la phase d'utilisation) pour : la conception, la fabrication (par exemple pour l'extraction, le transport et la transformation des matières premières), la commercialisation, la mise en œuvre, l'entretien et l'élimination (ou le recyclage) (OQLF, 2020). Ainsi, une nouvelle construction, même très performante sur le plan énergétique, possède une dette carbone avant même le premier jour de son utilisation (The Atmospheric Fund, 2017). L'inclusion des émissions intrinsèques aux politiques et stratégies gouvernementales est critique dans l'optique où la tendance actuelle démontre une amélioration générale de l'efficacité énergétique des bâtiments. De ce fait, en projection, les émissions d'exploitation du bâtiment suivront une décroissance et les émissions intrinsèques deviendront la part dominante du bilan des émissions liées aux bâtiments comme illustré à la figure 1.3.



**Figure 1.3 Évolution des émissions de l'exploitation et des émissions de carbone intrinsèque du bâtiment** (inspiré de : The Atmospheric Fund, 2017)

Cette transition sera encore plus accentuée dans les provinces à l'exemple du Québec où l'électricité est décarbonée. Viser à réduire la consommation d'énergie et les émissions de GES liées à l'exploitation des bâtiments a en effet des impacts limités lorsque l'énergie consommée provient d'un réseau d'énergie renouvelable. Actuellement, au Canada, aucune politique ne vise spécifiquement les émissions intrinsèques des bâtiments, mais quelques initiatives volontaires sont proposées. Par exemple, le *Zero Carbon Building*

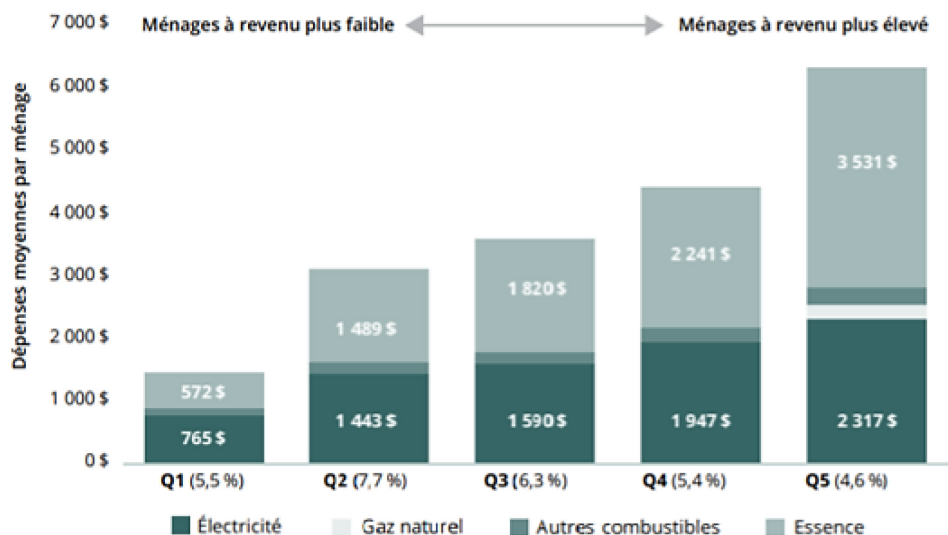
*Standard* du CBDCa exige un rapport des émissions intrinsèques du bâtiment. C'est aussi une exigence figurant dans la *Charte du bois* du gouvernement du Québec qui demande une analyse comparative des émissions de GES des matériaux structuraux pour les projets de nouveaux bâtiments financés par la province. (The Atmospheric Fund, 2017)

À l'échelle internationale, les émissions de GES actuelles sont en grande partie tributaires de la consommation énergétique, surtout lorsque l'énergie consommée provient de sources énergétiques non renouvelables.

### **1.2.2 Consommation énergétique**

L'énergie utilisée pour les bâtiments équivaut à 40 % du total de l'énergie consommée mondialement (Équiterre, 2017). L'énergie est essentielle à la phase de construction, mais c'est plutôt la phase d'utilisation qui est responsable de la plus grande part de la consommation énergétique du cycle de vie total du bâtiment. Les facteurs importants influençant la consommation énergétique d'un bâtiment incluent l'âge de la construction, sa superficie et les mesures d'efficacité énergétique appliquées (Comité sénatorial permanent de l'énergie, de l'environnement et des ressources naturelles, 2018).

Outre les incidences environnementales, la consommation énergétique d'un bâtiment engendre des effets sociaux et économiques. Les coûts énergétiques consistent en une part majeure du budget des ménages. Cette part est encore plus considérable dans les pays tels que le Canada où le chauffage est nécessaire plusieurs mois par année. À cet effet, en 2013, 28,5 G\$ (milliards de dollars) ont été dépensés par la population canadienne pour la consommation énergétique (Comité sénatorial permanent de l'énergie, de l'environnement et des ressources naturelles, 2018). De plus, sans les améliorations écoénergétiques apportées au parc immobilier, la consommation d'énergie du secteur du bâtiment aurait crû de 55 % entre 1990 et 2014 (Comité sénatorial permanent de l'énergie, de l'environnement et des ressources naturelles, 2018). Plus spécifiquement, au Québec, 19 % de la consommation énergétique totale était attribuable au secteur des bâtiments résidentiels en 2014 (Chaire de gestion du secteur de l'énergie, 2017). Le chauffage des locaux représentant 64 % de la consommation totale était, et est encore, l'utilisation principale de l'énergie (Chaire de gestion du secteur de l'énergie, 2017). À cet égard, la figure 1.4 montre le pourcentage de budget alloué aux dépenses énergétiques en fonction du quintile de revenu des ménages. Comme l'illustre la figure 1.4, une plus grande part du budget (5,5 %) est consacrée aux dépenses en énergie par les ménages à plus faibles revenus, les ménages aux revenus les plus élevés y consacrant 4,6 % de leur budget (Chaire de gestion du secteur de l'énergie, 2017). Cela est problématique dans une perspective d'abordabilité des logements. Les logements vieillissants et possédant une faible performance énergétique sont plus coûteux à exploiter.



**Figure 1.4 Dépenses énergétiques des ménages québécois en 2015 réparties en fonction des quintiles de revenu** (tiré de : Chaire de gestion du secteur de l'énergie, 2017)

En plus de l'énergie consommée pour l'utilisation du bâtiment, le secteur de la construction possède un bilan élevé en ce qui concerne la consommation énergétique notamment pour la production des matériaux. Ceux-ci engendrent aussi la consommation d'une quantité importante de ressources naturelles.

### 1.2.3 Consommation de ressources naturelles

Il existe une multitude de matériaux de construction pouvant entrer dans la constitution d'un bâtiment multipliant ainsi les combinaisons et impacts environnementaux potentiels. Le cycle de vie des matériaux débute par l'acquisition des matières premières présentes dans le milieu naturel. L'industrie de la construction exploite particulièrement les ressources forestières et les ressources minérales pour la production des matériaux communément utilisés tels que le bois, le béton, la maçonnerie, le gypse et l'acier. L'utilisation des ressources est aussi liée au mode de vie des sociétés. Par exemple, l'étalement urbain et les ménages de taille réduite, des réalités observées au Québec, encouragent une plus grande consommation de ressources naturelles en orientant les besoins en constructions nouvelles.

Selon Équiterre (2017), à l'échelle mondiale, 3 milliards de tonnes de matières premières sont employées dans la fabrication de « produits de construction et composants de bâtiments ». D'après le rapport *The Circularity Gap Report*, la catégorie des besoins sociétaux représentée par la construction et l'entretien des habitations et des infrastructures (dont l'usage résidentiel constitue les deux tiers) est celle possédant le plus important impact sur les ressources (Circle Economy, 2020). Cette catégorie consomme 38,8 Gt (gigatonne) de ressources, ce qui correspond à 38,6 % des ressources qui entrent dans le système économique global (Circle Economy, 2020). Au Canada, plus spécifiquement, les bâtiments sont responsables d'environ 50 % de la consommation de ressources naturelles (CCE, 2008). Ce que ces quantités et ces pourcentages n'indiquent pas, ce sont les effets directs sur les écosystèmes. Les

conséquences d'une utilisation accrue des ressources naturelles au-delà de la biocapacité de la terre incluent l'épuisement de ces dernières, la destruction de la biodiversité dans les milieux exploités, la déforestation et l'incapacité des écosystèmes à fournir les biens et services écosystémiques.

À ce propos, l'an dernier, en prenant en considération l'empreinte carbone, l'environnement bâti, l'utilisation de l'eau ainsi que la consommation des ressources forestières, de l'élevage, des cultures et des pêcheries, le « Jour du dépassement » a été établi au 29 juillet. À cette date, la consommation mondiale annuelle de ressources naturelles (la demande) a dépassé la biocapacité de la planète (l'offre), créant ainsi un déficit du capital naturel. En d'autres termes, en 2019, il aurait fallu 1,75 planète pour répondre aux besoins de la population mondiale. Dans la situation où tous les pays consommeraient au même rythme que le Canada, la date de dépassement aurait été avancée au 18 mars (plus de 4,7 planètes Terre). (Global Footprint Network, 2020)

#### **1.2.4 Consommation d'eau**

Jusqu'à 70 % de la consommation d'eau est réalisée autour ou à l'intérieur des bâtiments (CBDCa – Québec, 2019a). La gestion de l'eau à l'échelle du bâtiment passe par la gestion de l'eau potable et des eaux de pluie. Outre les fuites dans les réseaux, les systèmes présents dans les bâtiments et les habitudes de consommations des ménages ont des effets importants sur la quantité et la qualité de l'eau consommée et rejetée.

Le Canada est reconnu pour ces ressources en eau douce abondante. La perception de cette abondance entraîne une utilisation excessive. Par exemple, au Québec, la quantité d'eau distribuée est de 20 % supérieure à la moyenne canadienne (Corriveau, 2019). Sous l'indicateur Prélèvement d'eau, la consommation canadienne était estimée à 883 m<sup>3</sup>/capita (mètre cube par personne) en 2015, ce qui situe le Canada à la quatrième place des pays de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) qui consomment le plus d'eau (OCDE, 2018).

Cette forte consommation d'eau engendre des incidences environnementales et économiques non négligeables comme la contamination, la pollution et la modification des débits naturels des plans d'eau en plus de l'altération des écosystèmes. La génération d'un volume important d'eaux usées à traiter peut également en résulter, entraînant ainsi un engorgement du système d'égout et d'aqueduc ainsi que des difficultés à desservir les réseaux d'approvisionnement. (Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, 2018)

#### **1.2.5 Production de déchets**

Le secteur du bâtiment produit des déchets principalement lors des phases de construction et de fin de vie. Les déchets représentent l'ensemble des matières et des objets qui, à la suite de leur rejet par les ménages,

les commerces ou les institutions, sont mis en valeur ou éliminés (Gouvernement du Québec, 2020). Au Québec, les déchets du secteur Construction, rénovation et démolition (CRD) incluent les matières provenant des infrastructures québécoises ainsi que celles provenant du secteur du bâtiment (RECYC-QUÉBEC, 2018). Ces matières comprennent entre autres : « béton, bitume, ciment, pierres et briques, métaux ferreux et non ferreux, bois, panneaux de gypse, bardeaux d'asphalte, emballages de plastique, papiers et cartons, et [résidus domestiques dangereux] » (Écohabitation, 2012). La production de déchets par le secteur du bâtiment occasionne l'enfouissement d'une quantité considérable de matières. Ces dernières contaminent de cette façon les milieux naturels. De plus, des émissions de GES sont tributaires des activités reliées à l'enfouissement. À cet effet, chaque tonne de matières éliminée entraîne l'émission d'une tonne et demie de GES (Écohabitation, 2012).

Parallèlement, l'évaluation de la performance de la gestion des matières résiduelles du secteur CRD (types de matières et quantités) est difficilement réalisable en raison des méthodologies de calcul (RECYC-QUÉBEC, 2018). Celles-ci diffèrent dans les bilans de gestion des matières résiduelles effectués par RECYC-QUÉBEC au fil des années. Les données suivantes exposent néanmoins un portrait du secteur québécois. En 2008, le secteur CRD a généré 2,72 millions de tonnes, celles-ci représentant environ le tiers des matières résiduelles totales produites par la province (RECYC-QUÉBEC, 2009). En 2011, les résidus de CRD et encombrants totalisant 1,21 million de tonnes de matières correspondaient à 22 % des matières totales éliminées (RECYC-QUÉBEC, 2012). En 2012, entre 1,1 et 1,2 million de tonnes de matières a été reçu par les centres de tri de résidus de CRD (RECYC-QUÉBEC, 2014). En 2015, la quantité totale de résidus de CRD éliminée (provenant de toutes les sources) a été estimée à 647 000 tonnes (RECYC-QUÉBEC, 2017). De plus, en 2015, la quantité de matières de CRD du secteur du bâtiment acheminée dans les centres de tri québécois a été estimée à 1,9 million de tonnes, celle-ci équivalant à une proportion de 71,5 % des résidus de CRD produits par le segment du bâtiment (RECYC-QUÉBEC, 2017). Cette dernière statistique montre que, malgré l'importante quantité de matières produites, près de 75 % des résidus de CRD sont acheminés au centre de tri plutôt qu'à l'enfouissement. La valorisation des résidus de CRD est existante au Québec. Certaines matières sont utilisées à titre de matériel alternatif de recouvrement dans les lieux d'enfouissement (RECYC-QUÉBEC, 2018). Malgré les améliorations réalisées ces dernières années en ce qui concerne les quantités de matières valorisées ou envoyées à l'enfouissement, la filière québécoise de la construction n'est pas orientée vers la circularité des matériaux. La réduction à la source, le réemploi des matériaux et l'allongement de la durée de vie des bâtiments doivent être pris en considération en vue de réduire les résidus de CRD à gérer en aval (RECYC-QUÉBEC, 2018).

En conclusion de ce chapitre, l'état, le vieillissement et les incidences environnementales du parc de logements québécois font état de la problématique du secteur du bâtiment. En réponse à cette problématique, l'écoconstruction est proposée.

## **2. L'ÉCOCONSTRUCTION**

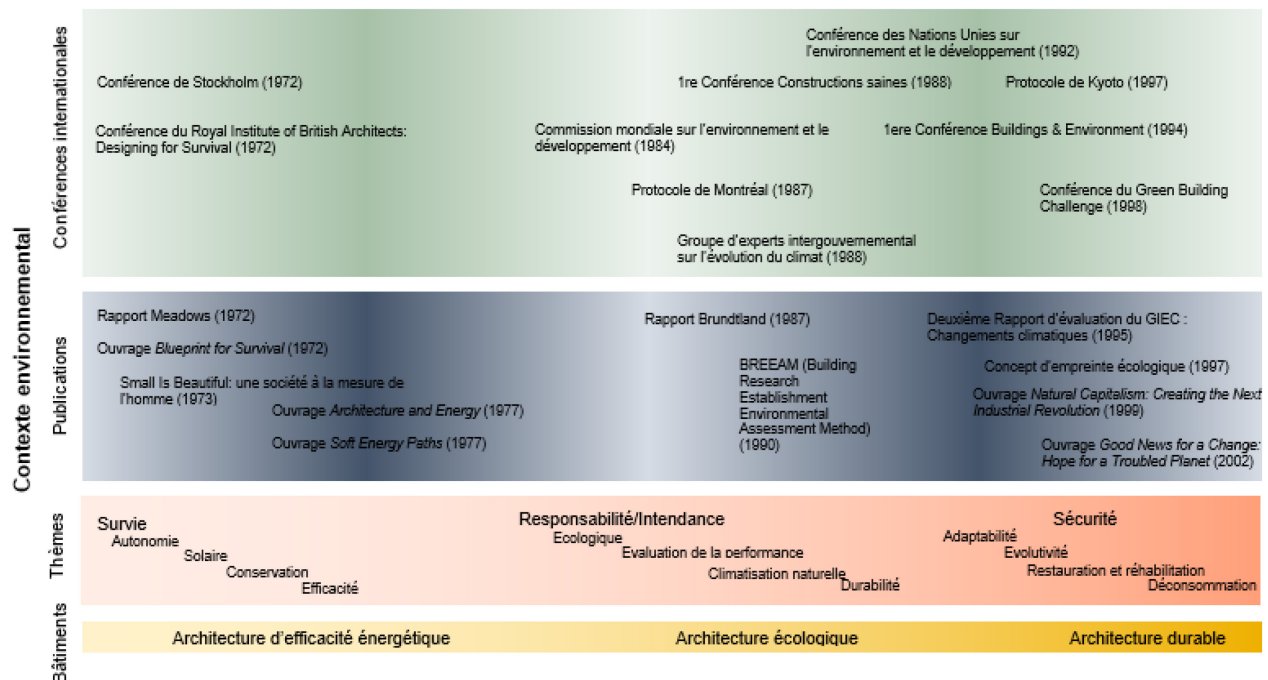
Dans le chapitre qui suit, une description générale de l'écoconstruction est présentée. Celle-ci mise notamment sur les principes et approches communément reconnus. L'écoconstruction est perçue comme une partie intégrante de la solution à la problématique précédemment énoncée de la non-intégration du développement durable dans le cadre bâti. Ensuite, les méthodes d'évaluation du développement durable pour les bâtiments ainsi que les certifications et les subventions offertes au Québec sont présentées en vue de débiter le portrait de l'écoconstruction au Québec. Les tendances régionales actuelles illustrent la part des constructions écologiques proportionnellement au marché de masse composé principalement de bâtiments non écologiques. Afin d'évaluer la portée de l'écoconstruction dans le marché de masse de l'habitation, l'ouverture des entreprises et des consommateurs aux pratiques écoresponsables est aussi étudiée. Finalement, la présentation des innovations de l'écoconstruction démontre la manière dont les pratiques écologiques du secteur du bâtiment peuvent répondre concrètement à la problématique de la non-intégration des principes de développement durable.

### **2.1 Contexte de la naissance du terme écoconstruction et sa définition vaste et inclusive**

Cette première section présente le contexte qui a mené à la naissance de l'écoconstruction. Une définition de la notion est également proposée.

Tout d'abord, les approches en écoconstructions ne sont pas nouvelles. L'intérêt grandissant pour l'écoconstruction et l'émergence du vocabulaire en Amérique du Nord sont attribués à la période de conscientisation environnementale contemporaine. Les premiers changements visant l'écologisation du secteur du bâtiment sont datés aux décennies 1960 à 1980. (CCE, 2008)

La figure 2.1 illustre l'évolution du bâtiment dans le contexte environnemental d'ensemble. Les conférences internationales et les publications ont teinté l'évolution des thèmes et de l'architecture des bâtiments. La performance environnementale des bâtiments a gagné de plus en plus d'importance.



**Figure 2.1 Évolution du bâtiment dans le contexte environnemental** (traduction libre de : Cole, 2004)

Comme illustré à la figure 2.1, initialement, les premiers bâtiments « écologiques » ont été construits en fonction de principes d'autonomie et d'efficacité énergétique. De nouvelles techniques de construction misant sur l'étanchéité et des systèmes de ventilation mécanique apparaissent sur le marché. Au même moment, au niveau social, un réel enjeu de santé relatif à la qualité de l'air intérieur émerge de la jonction de la première génération de ces nouveaux systèmes et de ces nouvelles techniques visant l'efficacité énergétique aux méthodes de conception de l'enveloppe du bâtiment et à l'utilisation de matériaux synthétiques (Auger, 2008; Friedman et Côté, 2002). En effet, la qualité de l'air intérieur dépend fortement de la performance et de l'entretien des systèmes de chauffage et de ventilation, de l'enveloppe du bâtiment ainsi que du choix de « matériaux de construction, colles, fibres de verre, panneaux de particules, peintures, produits chimiques, etc. » pouvant entraîner des contaminations (Centre canadien d'hygiène et de sécurité au travail, 2020). Une mauvaise qualité d'air intérieur peut avoir les incidences suivantes : exacerber les allergies et l'asthme ainsi que favoriser la transmission de la grippe (CCE, 2008). La maladie du légionnaire et le syndrome des bâtiments malsains sont également liés à la qualité de l'air intérieur (CCE, 2008).

Par la suite, l'architecture basée sur l'efficacité énergétique se transforma et inclut des principes inspirés du concept de développement durable établi en 1987 par le rapport Brundtland de la Commission mondiale sur l'environnement et le développement (Cole, 2004). D'après la définition du développement durable alors proposée, l'application du concept au cadre bâti allait de soi, car :

- La qualité de vie est repositionnée au cœur des préoccupations au détriment du modèle de croissance économique classique qui impacte négativement l'environnement;

- Les besoins fondamentaux deviennent une préoccupation de première importance et les bâtiments répondent au besoin de se loger et à une multitude d'autres, en considérant que la société passe en moyenne 90 % du temps à l'intérieur (Office municipal d'habitation de Montréal [OMHM], 2010).

À cette époque, le développement durable consistait en une tentative de conciliation des inquiétudes liées aux incidences environnementales d'origine anthropique et des inquiétudes connexes aux enjeux sociopolitiques et de développement humain (Derghazarian, 2011). Il y a alors une prise de conscience générale. Le cadre bâti représente une part substantielle de l'empreinte environnementale des sociétés. Ces préoccupations particularisaient le contexte économique, social et environnemental de cette génération. D'une part, les effets des bâtiments sur les occupants et leur qualité de vie se font ressentir. Les politiques relatives aux bâtiments écologiques qui visaient principalement les enjeux énergétiques commencent à reconnaître les enjeux reliés à l'amélioration de la santé humaine. Par exemple, la mauvaise qualité de l'air intérieur ne cause pas uniquement des problèmes de santé, mais impacte également l'économie. À cet effet, aux États-Unis, le coût annuel des maladies reliées aux bâtiments est estimé à environ 58 G\$ (CCE, 2008). D'autre part, le contexte économique de l'époque d'émergence du concept de développement durable était fortement sous l'influence des crises pétrolières.

Selon les considérations précédentes, les bâtiments consistent en un secteur d'intervention intéressant afin de réduire la pression exercée sur les écosystèmes naturels (CBDCa, 2016). Évidemment, le développement durable, par sa définition, peut sembler un concept vague et difficilement applicable dans un secteur d'activité concret (Villeneuve, Riffon et Tremblay, 2016). De nos jours, le concept de développement durable est parfois même critiqué, car il implique la poursuite du développement économique contrairement au concept de décroissance. La définition du développement durable propose toutefois quelques pistes d'actions pour rendre le développement plus durable (Villeneuve, Riffon et Tremblay, 2016). Dans le secteur du bâtiment, certains outils furent développés en ce sens. L'évaluation de la performance environnementale et de la durabilité du cadre bâti est alors initiée par les premiers systèmes d'évaluation et de certification tels que BREEAM (Cole, 2004). Le caractère de durabilité a ensuite gagné en importance tout comme les thèmes suivants : adaptabilité, évolutivité, restauration, réhabilitation et déconsommation (Cole, 2004). Ce fut le début de l'architecture durable, de l'écoconstruction contemporaine.

Tout ce contexte de prise en compte du développement durable au secteur du bâtiment a ainsi mené à la définition du concept d'écoconstruction. Aujourd'hui, le secteur de l'écoconstruction est caractérisé par un vocabulaire et une multitude d'interprétations. Les définitions varient en fonction des contextes géographiques, climatiques, économiques, sociaux, législatifs et politiques propres à chaque région, mais également en fonction des objectifs. Les définitions traitent de construction « verte », « durable », « responsable », « écologique », d'« écohabitat », de « bio-construction », etc. Ces termes possèdent tous une signification analogue : « une méthode et une pratique permettant de lutter contre le changement



climatique, de minimiser la demande en énergie et en ressources et de bâtir des collectivités plus résilientes et plus saines » (CBDCa et Delphi Group, 2016). Le terme écoconstruction fait donc référence au résultat, le bâtiment, mais également à la démarche, l'action de construire de manière écoresponsable. De cette manière, l'écoconstruction englobe les différentes phases du cycle de vie du bâtiment et concerne autant les constructions nouvelles que la rénovation des bâtiments existants, et ce, pour tout type de bâtiment (usage résidentiel, commercial, industriel, public ou privé) (CCE, 2008). En ajout, l'écoconstruction consiste en une filière regroupant différents secteurs complémentaires de la construction, par exemple les écomatériaux et les énergies renouvelables (Martin, 2012). Concrètement, l'écoconstruction se distingue par l'application de caractéristiques du bâtiment écologique. Ces dernières peuvent être de l'ordre de pratiques simples et maîtrisées (orientation du bâtiment, éclairage naturel, matériaux recyclés ou locaux, etc.) ou de pratiques modernes innovantes et de haute technologie (thermopompes à haut rendement, chauffage géothermique, panneaux photovoltaïques, etc.) (CCE, 2008). Les principales caractéristiques écologiques des écoconstructions ainsi que les avantages procurés par ces dernières sont abordés à la section suivante.

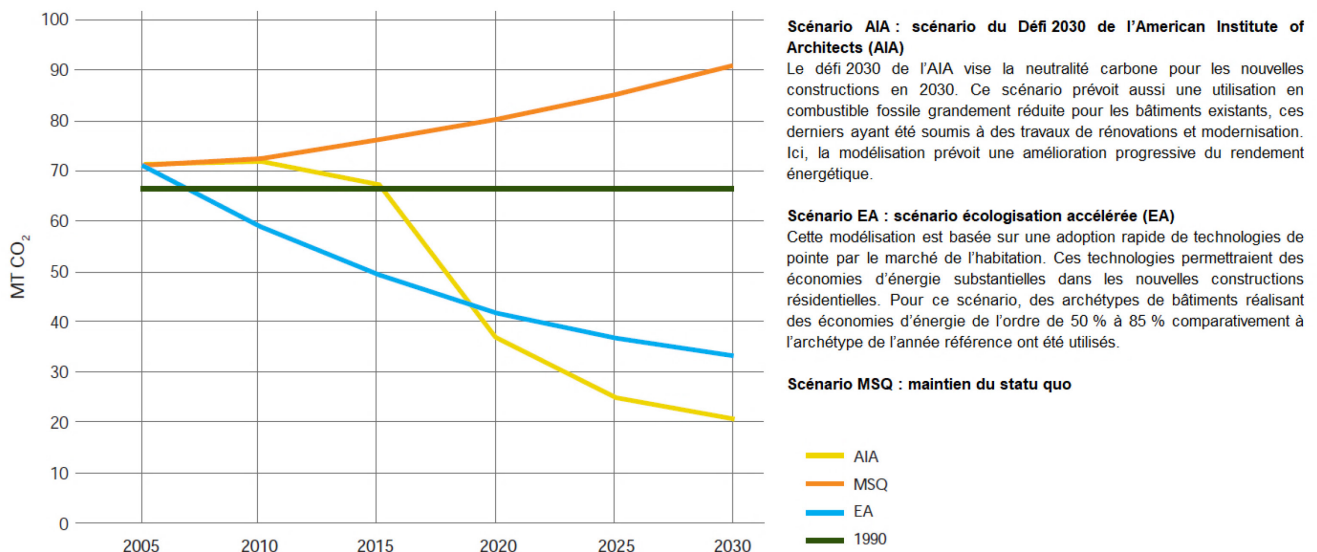
## **2.2 Avantages des écoconstructions en fonction des dimensions du développement durable**

Cette section expose les raisons pour lesquelles les écoconstructions répondent à la problématique par leurs avantages en fonction des dimensions environnementale, sociale et économique, piliers du développement durable.

D'un point de vue environnemental, les bâtiments écoresponsables possèdent une empreinte écologique réduite pour l'ensemble de leur cycle de vie, une importance étant mise sur leur durabilité. Ils génèrent moins de GES et autres polluants et produisent moins de déchets que les bâtiments conventionnels. La consommation en eau, en énergie et en ressources naturelles est également amoindrie. À titre d'exemple, selon l'United States Green Building Council, un bâtiment écologique permet une réduction de la consommation énergétique de l'ordre de 30 %, des émissions de carbone de 35 %, de la consommation d'eau de 30 % à 50 % et des coûts en lien avec les déchets de 50 % à 90 % (CCE, 2008). Tous ces aspects ont été identifiés comme étant une partie intégrante de la problématique du secteur du bâtiment au premier chapitre.

Concernant les émissions de GES et la consommation d'énergie, la CCE a réalisé une étude dans le but de déterminer quels seraient les avantages environnementaux d'une pénétration accrue des bâtiments à rendement énergétique amélioré sur le marché nord-américain d'ici 2030 (CCE, 2008). Le constat général de l'étude est le suivant : les technologies actuelles et les nouvelles technologies du secteur du bâtiment peuvent permettre de réaliser d'importantes réductions de la consommation d'énergie. Autrement, si le statu quo est maintenu, une hausse de la consommation d'énergie sera observée dans le secteur résidentiel entraînant par le fait même un accroissement des émissions de GES. La figure 2.2 illustre différents

scénarios d'émissions de GES en fonction du niveau d'émissions de 1990, année utilisée comme point de repère dans le cadre de l'étude.



**Figure 2.2 Émissions de GES du secteur résidentiel au Canada** (inspiré de : CCE, 2008)

Plus spécifiquement, pour le secteur résidentiel, le scénario AIA et le scénario EA génèrent respectivement des réductions annuelles de la consommation d'énergie de 77 % et de 62 % comparativement au scénario MSQ à l'horizon 2030. Combinées aux réductions du secteur commercial, ces réductions d'énergie représentent respectivement des diminutions annuelles potentielles de 112 Mt (mégatonne) de CO<sub>2</sub> et de 103 Mt de CO<sub>2</sub>. (CCE, 2008)

Au niveau social, les bâtiments écologiques fournissent aux populations un espace de vie confortable et sécuritaire en procurant un confort thermique, une ventilation de qualité, une luminosité naturelle abondante, des qualités esthétiques ainsi qu'un environnement intérieur sain et salubre. Comme mentionné précédemment, les maladies liées à une mauvaise qualité de l'air intérieur font partie de la problématique actuelle. Cependant, les nouveaux bâtiments durables ne doivent pas uniquement éviter les impacts négatifs sur la santé, ils doivent procurer un environnement optimisant la santé et le bien-être (Dodge Data & Analytics et CBDCa, 2016). En plus des bénéfices sur le plan de la santé, les écoconstructions apportent des gains sur le plan de la productivité. Par exemple, une amélioration de la qualité de l'air des immeubles de bureaux pourrait générer des retombées estimées à 200 G\$ grâce à l'augmentation du rendement des ressources humaines (CCE, 2008). Il reste tout de même difficile de relier directement les économies de coûts de santé et les avantages sur le plan de la productivité à des pratiques particulières en écoconstruction, ce qui permettrait de stimuler le marché (Dodge Data & Analytics et CBDCa, 2016). Relativement à l'évolutivité du cadre bâti, les bâtiments durables répondent plus adéquatement aux besoins d'utilisation actuels et peuvent être plus aisément adaptables aux besoins éventuels, évitant leur démolition prématurée.

Puis, au niveau économique, des coûts directs et indirects sont engendrés par les écoconstructions. Ces dernières sont moins dispendieuses à l'exploitation et ont souvent des durées de vie économique accrues comparativement aux bâtiments traditionnels. À cet effet, au Canada, selon une étude du Canada Green Building Council (CaGBC) (2014), une diminution des frais d'exploitation du bâtiment de l'ordre de 9 % est observée un an après la construction du bâtiment durable. Après cinq ans, cette diminution est estimée à 17 % (CaGBC, 2014). Ces réductions sont grandement attribuables aux économies d'énergie et d'eau réalisées comparativement à un bâtiment conventionnel similaire. Aussi, pour une écoconstruction, la période de remboursement de l'investissement établie à 8 ans au Canada est considérée comme étant raisonnable par les personnes interrogées dans le cadre de l'étude (CaGBC, 2014). Finalement, les écoconstructions ne sont pas uniquement rentables, elles sont viables.

Cependant, malgré les données sur la rentabilité de ce type de construction, la question de l'écoabordabilité est fréquemment relevée. C'est d'ailleurs un des freins qui sera traité plus en détail au chapitre 4. La construction de maisons-prototypes et les travaux effectués dans les années 1900 à 2000 par les étudiants de maîtrise de l'École d'architecture de l'Université McGill prouvent toutefois qu'il est possible de construire des maisons abordables et écologiques. L'étude de Friedman et Côté (2002) démontre même qu'« économie » et « écologie » peuvent souvent être complémentaires. C'est aussi l'opinion de Solution ERA (2018) qui affirme que la clé de la réussite d'un projet à la fois écologique et abordable réside dans la priorisation des investissements relativement aux dépenses que ce soit pour un bâtiment existant à rénover ou pour une nouvelle construction. Plusieurs technologies et innovations du bâtiment durable vont en ce sens. Par exemple, investir dans une isolation et une étanchéité supérieure réduit les dépenses en chauffage encourues lors de l'utilisation du bâtiment. Le choix de matériaux durables est également un investissement à long terme. Le choix de matériaux sains et durables est profitable aux occupants durant la phase d'utilisation du bâtiment et permet, dans une perspective de long terme, des économies quant à l'entretien et quant à l'éventualité d'un remplacement prématuré (Friedman et Côté, 2002). Ainsi, une habitation écoabordable vaut plus cher, possède une durée de vie prolongée et coûte moins cher à exploiter (Solution ERA, 2018).

La création de nouveaux marchés, une hausse de la valeur des propriétés et l'approvisionnement local peuvent aussi être mentionnés comme des aspects économiques positifs de l'écoconstruction. Le développement de technologies, de pratiques et de produits écologiques par des entreprises en Amérique du Nord, en plus d'être lucratif localement, contribue à la compétitivité sur les marchés mondiaux où l'écologisation a déjà été entamée par l'Europe et l'Asie (CCE, 2008). De même, l'industrie du bâtiment fournit de l'emploi et participe à la croissance économique locale en ayant recours à une multitude d'acteurs et de capitaux. Au Canada, l'industrie du bâtiment durable a généré à elle seule 23,45 G\$ en produit intérieur brut (PIB) et 297 890 emplois directs, comptabilisant ainsi plus d'emplois que la mise en commun des emplois des industries forestière, d'extraction pétrolière, gazière et minière (270 450 emplois) (CBDCa et Delphi Group, 2016). Au Québec, en 2014, l'industrie globale du bâtiment représentait 6,5 % du PIB et 6,6 % de l'emploi total (Deloitte et Conseil du patronat du Québec, 2016). En 2017, les retombées du secteur

de l'habitation approximaient 29 G\$ (APCHQ, 2019). Le secteur résidentiel rapporte également aux municipalités. En effet, ce secteur représente « 74 % de la richesse foncière taxable des municipalités » (APCHQ, 2019).

Puis, selon le CBDCa (2016), les bâtiments consistent en un secteur-clé d'intervention en matière de lutte contre les changements climatiques, car ils offrent un potentiel de réduction des émissions de GES à long terme. Des atténuations d'émissions peuvent être rencontrées par la rénovation de l'environnement bâti existant et des réductions d'émissions peuvent résulter des nouvelles écoconstructions innovantes. Ainsi, en favorisant l'écoconstruction, le Canada peut connaître une croissance économique tout en atteignant les cibles de réduction de GES fixées pour 2030 (CBDCa, 2016).

En somme, par ses avantages sur les plans environnemental, social et économique, l'écoconstruction est profitable à de nombreux acteurs, soit les occupants, les propriétaires et l'ensemble de la communauté.

### **2.3 Participation à une idéologie plus vaste**

De manière extensive, les écoconstructions touchent les décisions urbanistiques ainsi que le patrimoine culturel et architectural. La durabilité d'un bâtiment relève d'abord des spécificités de l'environnement dans lequel il est inclus (Vivre en Ville et Écobâtiment, 2017). En d'autres mots, pour réellement être durable, un bâtiment doit tenir compte des conditions du milieu dans lequel il s'insère, par exemple des conditions climatiques ou de l'organisation spatiale de la municipalité. L'échelle du bâtiment et l'échelle de la communauté sont indissociables dans la perspective d'une écologisation des sociétés. Effectivement, les bâtiments et les infrastructures durables permettent aux villes d'augmenter leur résilience, leur permettant de cette manière de résister à « l'épreuve du temps ainsi qu'aux impacts du changement climatique et à la volatilité économique qui l'accompagne » (CBDCa, 2016). Compte tenu de ce qui précède, une relation directe est établie entre les principes du développement durable et l'aménagement du territoire. Autrement, les pratiques d'aménagement peuvent engendrer de la congestion routière et de la pollution, des problèmes communément rencontrés en milieu urbain. Le cadre bâti influence également l'organisation spatiale des infrastructures et des réseaux de transport, ces derniers impactant la durabilité du quartier. Par exemple, pour un développement de type banlieue, l'étalement urbain de faible densité stimule les nouvelles constructions en plus d'accroître les frais sociétaux et d'empiéter sur les milieux humides et forestiers en repoussant les limites périphériques de l'espace urbanisé (Friedman et Côté, 2002). Cela est sans parler des conséquences environnementales de l'utilisation massive de l'automobile encouragée par la forme de ces quartiers et leur manque de mixité fonctionnelle (Friedman et Côté, 2002).

À l'opposé, le développement durable aspire à la formation de communautés mixtes et autonomes où l'utilisation des terres est optimisée en impliquant les bâtiments nouveaux et existants, atténuant de cette manière l'expansion urbaine (Friedman et Côté, 2002). Un modèle d'aménagement basé sur des pratiques durables met également l'accent sur l'intégration des écoconstructions (et autres bâtiments) à des systèmes

durables de gestion des eaux et des déchets et aux infrastructures de transport. Un aménagement durable ne se définit pas uniquement par les écoconstructions qui le composent, mais ce type de construction y est encouragé. Les bâtiments durables peuvent répondre aux problématiques du milieu municipal en permettant par exemple la gestion des ilots de chaleur et des eaux pluviales (Vivre en Ville, s. d.b). C'est entre autres pourquoi une plus grande intégration de ce type de construction au tissu urbain s'inscrit dans les fondements des collectivités viables et de l'urbanisme durable. Pour Vivre en Ville (s. d.a), une collectivité viable est un idéal à atteindre et se définit comme suit :

« un milieu de vie qui répond aux besoins fondamentaux de ses résidents, est favorable à leur santé et assure leur qualité de vie. Son mode de développement favorise l'équité, respecte la capacité des écosystèmes et permet d'épargner les ressources naturelles, énergétiques et financières : elle peut se maintenir à long terme ».

La définition de Vivre en Ville met l'accent sur l'aspect social. Les bâtiments de la collectivité viable doivent ainsi être sains, salubres, abordables et doivent répondre adéquatement aux besoins des occupants. Ces caractéristiques figurent parmi les avantages des écoconstructions. La définition mentionne également un mode de développement équitable. En opposition, souvent, la réalité observée de l'écoconstruction est un marché de niche haut de gamme. Cette exclusivité ne répond pas aux principes du développement durable et consiste en un frein au déploiement de l'écoconstruction à plus grande échelle.

La transition vers des collectivités viables comporte effectivement son lot d'obstacles. Afin de guider le développement vers des pratiques plus durables et de limiter la destruction du capital naturel au profit de l'urbanisation, tous les paliers gouvernementaux travaillent à supprimer les freins au développement de la filière écoconstruction (présentés au chapitre 4) (CCE, 2008). Dans cette optique, de nombreux programmes, de nombreuses certifications, et d'autres outils ont été développés dans le but d'établir des bases d'évaluation et d'encourager les pratiques écoresponsables.

## **2.4 Évaluation du développement durable dans le cadre bâti : programmes, certifications et autres outils**

Les méthodes d'évaluation du développement durable (MEDD) du cadre bâti visent à évaluer les quartiers, les bâtiments et les produits sous une perspective d'intégration des principes de développement durable (Derghazarian, 2011). Les méthodes d'évaluation du bâtiment durable (MEBD) sont des MEDD qui touchent plus spécifiquement les bâtiments (Derghazarian, 2011). Elles incluent les systèmes d'évaluation visant l'attribution de cotes et de certifications en fonction de la conception et du rendement énergétique et environnemental des bâtiments écologiques. Il existe une multitude de MEBD à l'échelle internationale. En Amérique du Nord, le développement de ces systèmes de cotation a débuté dans les années 1990 (CCE, 2008). Dans le contexte québécois, le programme *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED) consiste en un bon exemple de MEBD menant à une certification.

Une certification atteste la conformité des produits, des processus ou des services à certaines normes (Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, 2003). Souvent, c'est un organisme certificateur accrédité qui garantit qu'un contrôle des aspects ciblés a été effectué. Les certifications spécifiques aux bâtiments concernent plusieurs aspects de la construction tels que les matériaux utilisés, l'économie d'eau et d'énergie ainsi que la qualité de l'environnement intérieur. Les bénéfices principaux à travers le processus d'évaluation menant à une certification sont l'atteinte d'une performance accrue du bâtiment et les avantages compétitifs procurés sur le plan du marketing. Effectivement, la certification par une tierce partie reconnue peut améliorer « the marketability and appeal of green projects, impacting the feasibility and desirability of making projects green (la commercialisation et l'attrait des projets écologiques, ce qui a une incidence sur la faisabilité et la désirabilité de rendre les projets écologiques) » (CaGBC, 2014). Dans le cas d'un particulier, la certification assure que la performance du bâtiment atteint un niveau suffisamment élevé garantissant ainsi les retours sur investissements attendus (CaGBC, 2014). D'un autre côté, la plupart des systèmes de cotation des MEBD sont basés seulement sur la conception. L'évaluation de la performance réelle du bâtiment dans le temps et les répercussions environnementales rencontrées sur le cycle de vie sont moins représentées dans ces systèmes (Derghazarian, 2011). Les domaines évalués (consommation d'énergie, matériaux, qualité de l'air, etc.) sont quant à eux relativement les mêmes d'une certification à l'autre. Ce qui différencie les différents systèmes est plutôt le « degré de rigueur des critères » d'évaluation et « l'attitude adoptée » relativement aux enjeux (CCE, 2008).

En ajout, de nombreuses constructions possèdent des caractéristiques écologiques sans être certifiées. D'une part, certains principes et certaines approches tirés de l'écoconstruction sont déjà ancrés dans les pratiques. Cette situation est notamment représentée par une intégration de standards plus rigoureux dans la réglementation. C'est le cas notamment en efficacité énergétique. Le *Règlement modifiant le Code de construction pour favoriser l'efficacité énergétique des bâtiments* qui est entré en vigueur en 2012 en est un exemple (RBQ, 2020). D'autre part, les propriétaires de bâtiments ne désirent pas tous atteindre les standards d'une certification ou suivre un processus d'évaluation. Cela n'empêche pas de construire ou de rénover par intérêt d'ajouter des caractéristiques écologiques aux bâtiments.

Puis, il n'y a pas que les certifications pour encourager les pratiques en écoconstruction et favoriser leur accessibilité. Tout comme la certification, pour encourager les pratiques durables, l'écoétiquette utilise les mécanismes de marché relatifs à la différenciation par la performance (Angot, 2016). Il existe aussi de nombreuses aides financières et subventions et de nombreux programmes, projets pilotes (Equilibrium, ERE 132) et guides (*Guide des options écologiques* [APCHQ, 2008], *Guide de référence pour l'intégration des principes de développement durable dans la construction et la rénovation des bâtiments* [OMHM, 2010]) participant à l'écologisation du secteur de l'habitation. Complémentairement, il existe des outils d'évaluation basés sur l'ACV. Ceux-ci se divisent en deux catégories, ceux spécifiques aux matériaux et ceux qui sont plutôt axés sur le choix des composantes du bâtiment (par exemple *Athena Impact Estimator for Buildings*) (Derghazarian, 2011).

Une multitude de programmes, certifications et autres outils caractérisent ainsi le portrait québécois de l'écoconstruction dans le secteur résidentiel. Le tableau 2.1 en présente quelques exemples. Il illustre la variété des objectifs, des éléments et des échelles d'application.

**Tableau 2.1 Programmes, certifications et autres outils caractérisant le portrait de l'écoconstruction résidentielle au Québec**  
(compilation d'après : Angot, 2016; Bonneau, 2018; CBD Ca, 2020; CCE, 2008; CCE, 2018; Écohabitation, s. d.c; Fleury, 2013; Gouvernement du Canada, 2019; International WELL Building Institute, s. d.; Organisation internationale de normalisation [ISO], 2018; MELCC, 2020a; Mouvement des caisses Desjardins, 2020; Société canadienne d'hypothèques et de logement [SCHL], 2018b; Transition énergétique Québec, 2020; Ville de Victoriaville, 2013; Voir vert, 2010a; Voir vert, 2010b)

Programmes, certifications et autres outils	Type/Description/Objectifs	Organisation responsable	Couverture géographique	Éléments principaux/Spécificités	Échelle d'application
Bâtiments à Carbone Zéro (BCZ)	Programme de certification en fonction de la Norme BCZ visant l'atteinte d'un bilan carbone zéro	CBD Ca	Canada	Étapes de conception et d'exploitation du bâtiment, Compensation carbone, Efficacité énergétique, Innovations	Nouvelle construction, Rénovations majeures, Bâtiment existant (exclusion des petits bâtiments résidentiels)
Écologo	Certification attribuée pour la conformité aux normes d'Underwriters Laboratories (UL) et classée comme label environnemental de type I par la norme ISO 14024	UL	Canada et États-Unis	Approche ACV, Critères environnementaux évalués : émissions de polluants atmosphériques et hydriques; consommation d'énergie; émissions de GES; gestion des matières résiduelles; utilisation des fibres recyclées; pratiques forestières; etc.	Produits et matériaux de construction et rénovation
Éconologis	Programme d'amélioration de l'efficacité énergétique pour les ménages à faibles revenus (propriétaires et locataires)	Transition énergétique Québec	Québec	Consommation énergétique (remplacement de réfrigérateur et de thermostats électroniques), Abordabilité	Bâtiment existant
<i>Green Globes Design</i>	Programme d'évaluation et de certification des bâtiments durables disponible en ligne et offrant les niveaux 1 à 5 globes	Building Owners and Manufacturers Association of Canada (bâtiments existants) et ECD Jones Lang LaSalle au Canada	Canada et États-Unis	Catégories : gestion de projet; site; énergie; eau et ressources; émissions, effluents et autres impacts; environnement intérieur	Nouvelle construction, Rénovations majeures, Bâtiment existant

**Tableau 2.1 Programmes, certifications et autres outils caractérisant le portrait de l'écoconstruction résidentielle au Québec (suite)**  
(compilation d'après : Angot, 2016; Bonneau, 2018; CBDCa, 2020; CCE, 2008; CCE, 2018; Écohabitation, s. d.c; Fleury, 2013; Gouvernement du Canada, 2019; International WELL Building Institute, s. d.; ISO, 2018; MELCC, 2020a; Mouvement des caisses Desjardins, 2020; SCHL, 2018b; Transition énergétique Québec, 2020; Ville de Victoriaville, 2013; Voir vert, 2010a; Voir vert, 2010b)

Programmes, certifications et autres outils	Type/Description/Objectifs	Organisation responsable	Couverture géographique	Éléments principaux/Spécificités	Échelle d'application
Habitation DURABLE Victoriaville	Programme de subventions et d'attestations (niveaux 3, 4, 5 étoiles) pour les nouvelles constructions et programme de subvention pour les travaux de rénovation en trois volets (Bonification du programme de subventions Rénoclimat, Bonification de la certification Rénovation Écohabitation, Programme de subventions Rénovation Écogestes)	Ville de Victoriaville	Victoriaville (Dixville, Plessisville, Ham-Sud, Petite-Rivière-St-François, St-Valérien et Varennes ont développé des programmes Habitation DURABLE similaires)	Touche entre autres : efficacité énergétique; utilisation de matériaux durables; achat local; économie d'eau; amélioration de la gestion des matières résiduelles	Nouvelle construction, Rénovations (petits et grands travaux)
LEED	Programme de systèmes d'évaluation de projets de bâtiments durables offrant une certification selon les niveaux platine, or, argent ou certifié	CBDCa et Green Business Certification Inc. (GBCI) au Canada	International	Catégories de critères d'évaluation : emplacement et liaison; aménagement écologique des sites; gestion efficace de l'eau; énergie et atmosphère; matériaux et ressources; qualité des environnements intérieurs; innovation; priorité régionale	Nouvelle construction, Rénovations majeures, Bâtiment existant
Net Zero Energy Building	Certification pour les bâtiments en autosuffisance énergétique annuelle qui produisent l'énergie à partir de sources renouvelables	International Living Building Institute et CBDCa au Canada	Canada et États-Unis	Aspects évalués : aménagement de sites durables; bilan énergétique; dévolution de droits à la nature; esthétique; systèmes d'énergies renouvelables et évaluation du cycle de vie	Nouvelle construction, Rénovations
Novoclimat	Programme de certification (et aide financière) encadrant la construction de maisons neuves à haute performance énergétique surpassant les normes du Code de construction du Québec	Transition énergétique Québec	Québec	Efficacité énergétique, Qualité de l'air	Nouvelle construction
Passivhaus	Certification en fonction de la norme allemande Passivhaus ou de la norme américaine PHIUS+ (prise en compte du climat dans la seconde)	Passive House Institute (en Allemagne)	International	Consommation d'énergie réduite de 80 % à 90 %, Enveloppe du bâtiment très performante, Isolation et étanchéité, Confort	Nouvelle construction (certification post-construction aussi possible)



**Tableau 2.1 Programmes, certifications et autres outils caractérisant le portrait de l'écoconstruction résidentielle au Québec (suite)**  
(compilation d'après : Angot, 2016; Bonneau, 2018; CBD Ca, 2020; CCE, 2008; CCE, 2018; Écohabitation, s. d.c; Fleury, 2013; Gouvernement du Canada, 2019; International WELL Building Institute, s. d.; ISO, 2018; MELCC, 2020a; Mouvement des caisses Desjardins, 2020; SCHL, 2018b; Transition énergétique Québec, 2020; Ville de Victoriaville, 2013; Voir vert, 2010a; Voir vert, 2010b)

Programmes, certifications et autres outils	Type/Description/Objectifs	Organisation responsable	Couverture géographique	Éléments principaux/Spécificités	Échelle d'application
R-2000	Certification en fonction de la norme R-2000 pour les bâtiments écoénergétiques	Ressources naturelles Canada	Canada	Efficacité énergétique, Produits recyclés, Réduction de la consommation d'eau	Nouvelle construction
Rénoclimat	Programme d'aide financière visant l'amélioration de la performance énergétique par la rénovation résidentielle	Transition énergétique Québec	Québec	Isolation et étanchéité, Portes et fenêtres, Systèmes mécaniques	Rénovations
Rénovation Écohabitation	Programme de certification environnementale par Écohabitation	Écohabitation	Québec	Critères en fonction de 10 gestes écolos pour les différents types de projets admissibles (cuisine, salle de bain, sous-sol, revêtement extérieur, chambres et salle de séjour)	Rénovations
SCHL Maison écolo	Programme de remboursement partiel de prêt hypothécaire allant de 15 % à 25 % de la prime payée	SCHL	Canada	Utilisation du Système de cote ÉnerGuide, Réduction de la consommation énergétique	Achat, Nouvelle construction, Rénovations
WELL Building Standard	Certification à trois niveaux (argent, or, platine) pour les bâtiments qui est axée sur la santé et le bien-être des occupants	International WELL Building Institute et GBCI	International	Concepts évalués : air; eau; alimentation; lumière; activité physique; confort (thermique et acoustique); esprit; matériaux; communauté; innovation	Nouvelle construction, Bâtiments existants (projets multirésidentiels de six unités et plus uniquement)
Offre habitation verte de Desjardins	Offre incluant une remise en argent, des rabais et des gratuités aux demandeurs de financement hypothécaire	Mouvement des caisses Desjardins	Canada	Pour les bâtiments répondants aux conditions de Novoclimat ou LEED Canada	Achat, Nouvelle construction
<i>Z782 Guidelines for design for disassembly and adaptability in buildings</i>	Norme visant l'augmentation de la longévité des bâtiments	Association canadienne de normalisation	Canada	Réduction en aval de la quantité de CRD par une conception prévoyant le démontage et l'adaptabilité du bâtiment	Nouvelle construction, Rénovations

Au tableau 2.1, l'importance accordée à l'efficacité énergétique ressort par sa forte prépondérance. Cependant, ce qui n'est pas illustré par ce tableau est la représentativité de ces programmes et autres outils sur le marché de masse de l'habitation au Québec. La section suivante portant sur les tendances québécoises expose la proportion et la croissance des projets écologiques sur le marché québécois de l'habitation.

## **2.5 Tendances québécoises**

Pour évaluer les tendances représentatives de l'écoconstruction, il faut d'abord avoir un portrait des tendances générales. Depuis 2010, l'APCHQ comptabilise les données relatives aux mises en chantier et à la délivrance de permis pour la construction ou la rénovation dans le but de tracer le portrait des activités de constructions résidentielles annuelles. Les types de logements bâtis (maisons individuelles, maisons jumelées et en rangée, appartements) ainsi que les marchés sollicités (propriétaire-occupant, copropriétaire, locataire) sont étudiés (APCHQ, 2010).

L'an 2017 fut une année record pour le nombre de mises en chantier. À cet effet, pour l'ensemble de la province, une hausse de 19 % comparativement à 2016 est constatée. De plus, on remarque une concentration des activités dans les grandes villes. La région du Montréal métropolitain et la région de Québec totalisent 69 % de la hausse annuelle des mises en chantier. Concernant les types de logements, une hausse de 32 % est attribuable aux mises en chantier des appartements, les deux autres types étant stables en 2017. Ensuite, pour la valeur des permis de construction, 2017 constitue encore en une année record. Une hausse de 16 % par rapport à 2016 est notée, la valeur des travaux étant estimée à 9,1 G\$. (APCHQ, 2017)

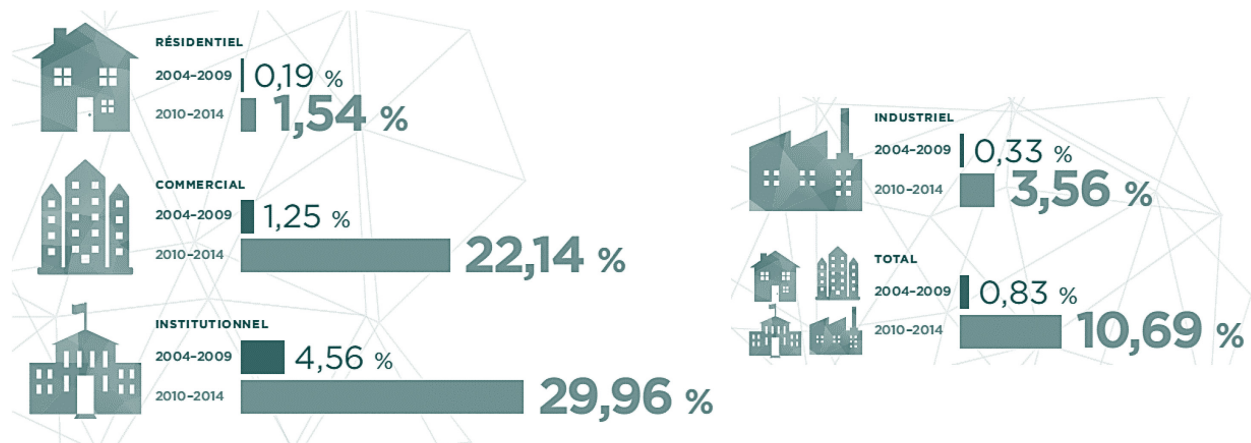
Malgré la croissance du secteur de la construction résidentielle observée au courant des dernières années et malgré l'intérêt grandissant pour les bâtiments durables, les écoconstructions ne représentent qu'un faible pourcentage du marché à l'heure actuelle. En effet, sur le marché canadien, les écoconstructions composent environ 2 % des bâtiments non résidentiels et 0,3 % de bâtiments résidentiels (CCE, 2008). Au Québec, selon une étude de marché sur l'habitation écologique, seulement 1,5 % des nouvelles constructions sont écologiques (Desrosiers et Tosser, 2014). Toutefois, ces estimations ne reflètent pas le plus fidèlement la situation. Effectivement, selon la CCE (2008) :

« en raison de la rareté des données sur le rendement et de l'absence de critères de rendement communs permettant les comparaisons, il n'existe aucun moyen de déterminer précisément combien de bâtiments sont écologiques ».

Il y a donc fort probablement plus de bâtiments comportant des caractéristiques écologiques, mais qui ne sont pas certifiés et de cette manière, non comptabilisés dans les estimations.

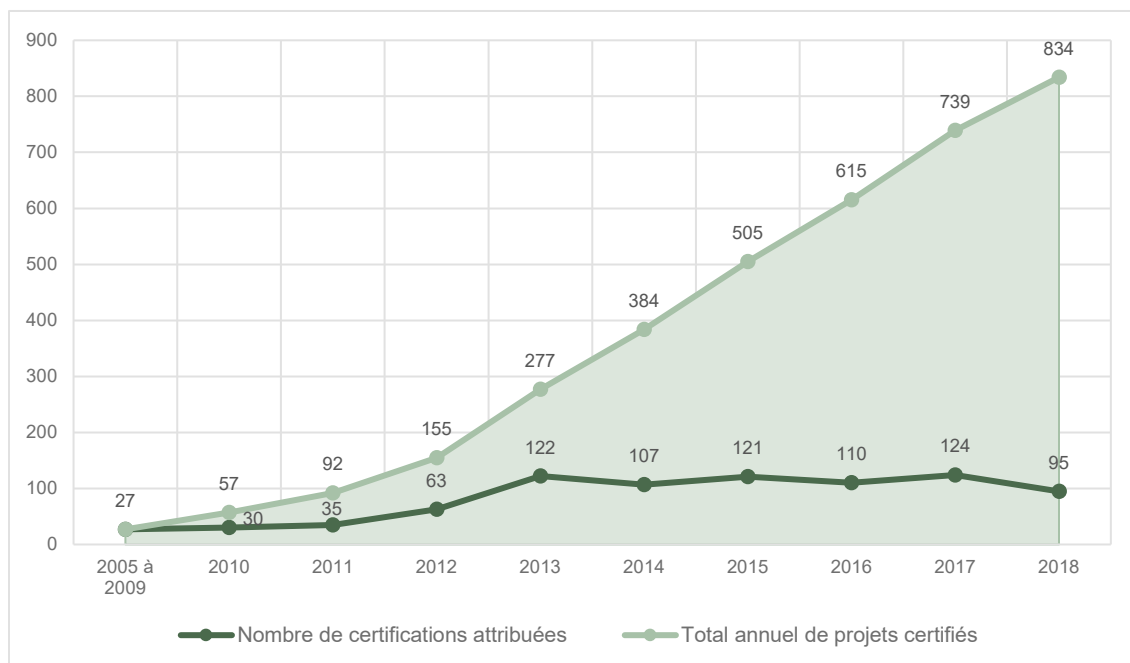
Parallèlement, le nombre de certifications attribuées et les études de marché permettent de confirmer une croissance soutenue du secteur des écoconstructions. D'après les récentes études de marché menées par

le CBD Ca, la part de l'écoconstruction dans le marché a connu et connaîtra vraisemblablement une expansion d'un rythme constant et appréciable. LEED est communément utilisé pour caractériser le bâtiment durable, car ce programme figure parmi les premiers dans le genre au Canada et a connu une rapide adoption sur le marché (CBD Ca et Delphi Group, 2016). Au cours des deux dernières décennies, le taux de pénétration des bâtiments certifiés LEED sur le marché a inscrit une hausse dans tous les secteurs comme l'illustre la figure 2.3.



**Figure 2.3** Croissance de la pénétration du marché par LEED au Canada (tiré de : CBD Ca et Delphi Group, 2016)

En 2019, le nombre total de projets certifiés LEED au Canada a atteint 3 734. De ce nombre, 834 certifications ont été remises au Québec (CBD Ca – Québec, 2019b). Le graphique à la figure 2.4 illustre la croissance des projets certifiés LEED au Québec.



**Figure 2.4** Projets certifiés LEED au Québec (inspiré de : CBD Ca – Québec, 2019b)

Cette croissance du marché de l'habitation durable met en lumière la participation des entreprises (l'offre) et l'ouverture des consommateurs (la demande). Les écoconstructions résidentielles sur le territoire québécois sont principalement l'œuvre de particuliers volontaires. Parmi ceux-ci, 75 % se disent bien informés du marché de la construction durable (Desrosiers et Tosser, 2014). Dans le secteur commercial, la hausse a été encouragée par les « politiques de durabilité des propriétaires immobiliers, des investisseurs institutionnels et des entreprises » (CBDCa et Delphi Group, 2016). Pour ce qui est du secteur institutionnel, les gouvernements canadien et québécois visent par les stratégies de développement durable à écologiser leurs parcs immobiliers. Par exemple, toutes les nouvelles constructions fédérales doivent être construites de manière à respecter les standards des bâtiments à consommation énergétique carbone zéro (CBDCa, 2016; Gouvernement du Canada, 2020). Il y a également plus d'ouverture de la part des organisations et des entreprises du domaine de la construction. Par exemple, la RBQ et la SHQ ont adopté des plans d'action de développement durable, les entreprises écoresponsables sont de plus en plus présentes sur le marché et des accréditations (ÉcoEntrepreneur) sont maintenant offertes pour les entrepreneurs (Écohabitation, s. d.a; RBQ, 2016; SHQ, 2018). Cependant, à l'heure actuelle, les mécanismes de marché ne permettent pas l'essor intégral de l'écoconstruction. Cela sera abordé plus en détail au chapitre 4.

En somme, il n'est pas nécessaire d'obtenir une certification pour réduire l'empreinte environnementale d'un bâtiment, de nombreuses innovations de l'écoconstruction sont accessibles dans les conditions de marché actuel en plus d'être économiques et facilement applicables.

## **2.6 Innovations de l'écoconstruction**

Les dernières sections expliquaient pourquoi et comment l'écoconstruction répond à la problématique de la non-intégration du développement durable dans le cycle de vie des bâtiments. Il est maintenant pertinent d'aborder les moyens concrets d'appliquer l'écoconstruction au marché de masse de l'habitation au Québec pour que les bénéfices théoriques sur le plan de la durabilité deviennent pratiques.

Au courant des dernières décennies, les secteurs de la construction et du bâtiment ont tellement évolué que l'innovation est manifestement devenue un mot-clé distinctif de cette filière. L'innovation se définit par l'introduction de la nouveauté dans un domaine. Dans le secteur de la construction, les innovations peuvent être relatives à la « gestion de projet, la fabrication, l'exécution, aux techniques de construction et aux outils utilisés » (Deloitte et Conseil du patronat du Québec, 2016). En raison des pénuries de main-d'œuvre et de la concurrence sur le plan international, « l'innovation est devenue un prérequis pour performer » et pour augmenter la productivité d'une entreprise (Deloitte et Conseil du patronat du Québec, 2016). L'industrie du bâtiment durable « stimule l'innovation dans la prestation des services, la conception et la fabrication de produits et de technologies, et l'utilisation des matériaux et des ressources » (CBDCa et Delphi Group, 2016). L'apparition constante sur le marché de nouveaux procédés, de nouveaux matériaux et de nouvelles techniques visant à rendre les bâtiments de plus en plus durables est d'ailleurs une des raisons expliquant les frontières floues de la définition de l'écoconstruction (Martin, 2012).

Les innovations de l'écoconstruction peuvent être regroupées en fonction de secteurs-clés<sup>2</sup> visant différents aspects de l'habitation telles que la consommation d'eau ou la gestion des déchets. Quelques innovations plus ou moins récentes et plus ou moins déployées sur le marché québécois de l'habitation sont listées au tableau 2.2.

**Tableau 2.2 Innovations de l'écoconstruction** (compilation d'après : Aquartis, 2019; Énergéco Concept, 2019; MELCC, 2020a; Roux, 2012; SCHL, 2018a; Secrétariat du Conseil du trésor du Canada, 1998; Sirois, 2015; Société québécoise des infrastructures, 2016; Soucy, 2015; Tero, 2020; TeraVie, 2010; URBANOVA Projet immobilier Terrebonne, 2020)

Secteurs-clés	Innovations	Spécifications ou exemples
<b>Énergie et efficacité énergétique</b>	Appareils électriques et électroménagers économes en énergie	Labélisé ENERGY STAR
	Systèmes performants	Systèmes de chauffage, de ventilation et de climatisation
	Systèmes utilisant les énergies renouvelables	Panneaux solaires, systèmes de chauffage et de climatisation géothermique
	Technologies d'efficacité énergétique de l'enveloppe du bâtiment	Valeurs RSI, standards de haute efficacité, isolation, étanchéité, portes et fenêtres performantes
	Technologies de contrôle informatisé et automatisé du bâtiment	Maison intelligente, domotique, éclairage et réglage de la température automatisés
<b>Écomatériaux</b>	Approche ACV et économie circulaire	Utiliser du bois plutôt que du béton pour les charpentes
	Approche biomimétique	Tuiles de tapis sans colle (imitant les principes d'adhérence du gecko) de la compagnie Interface
	Matériaux biosourcés	Matériaux à base de fibres végétales
	Matériaux certifiés	Bois certifié par le Forest Stewardship Council (FSC), matériau certifié Écologo
	Matériaux locaux	Produit au Québec et développés par des entreprises québécoises
	Matériaux recyclés	Matériaux de fibre de bois recyclée
<b>Procédés et méthodes de construction</b>	Conception bioclimatique	Architecture solaire passive, orientation des bâtiments, utilisation de masses thermiques
	Conception et planification intégrée	Processus de conception intégrée (PCI), modularité et maisons évolutives, Bâti-Flex <sup>MC</sup> , Maisons Énergéco
	Démontage et démantèlement	Vise la conservation et le recyclage des matériaux contrairement à la destruction classique des bâtiments
	Préfabrication	Impression 3D, préfabrication de matériaux de construction, d'ensembles et de bâtiments complets, maisons usinées
	Technologies de suivi de la performance réelle du bâtiment	Modélisation des données du bâtiment ( <i>Building Information Modelling</i> [BIM])
<b>Gestion et traitement des déchets</b>	Gestion des CRD	Valorisation des résidus de bois CRD
	Phytotechnologie	Système de filtration des eaux usées Roseau épurateur
	Systèmes de compostage	Appareil Tero
<b>Gestion de l'eau</b>	Appareils économes en eau	Robinetterie et toilette économes
	Système de gestion des eaux de pluie	Rétention d'eau par les toitures vertes, utilisation de surfaces perméables
	Système de gestion des eaux grises	Systèmes de réutilisation des eaux grises Aquartis
<b>Santé et bien-être des occupants</b>	Conception biophilique	Vues sur l'extérieur (perception des jours et des saisons), accès à l'éclairage naturel
	Matériaux sains	Sans composés organiques volatils, formaldéhyde et autres polluants et produits chimiques toxiques
	Stratégies de ventilation naturelle	Conception des plans d'aménagement favorisant l'effet de cheminée
	Systèmes visant le confort thermique	Système de chauffage radiant à l'eau pour les planchers

<sup>2</sup> Plusieurs secteurs-clés peuvent s'appliquer pour une même innovation. La classification au tableau 2.2 est établie selon le secteur principalement concerné.

Le tableau 2.2 n'est pas exhaustif, mais illustre une variété d'exemples d'innovations dans le secteur du bâtiment résidentiel. Certaines des innovations s'appliquent au moment de la construction du bâtiment, d'autres peuvent être appliquées durant la phase d'utilisation notamment lors de travaux de rénovation.

Pour conclure ce chapitre, l'écoconstruction, par ses avantages et ses innovations, a été présentée en réponse à la problématique du parc de logements québécois qui est actuellement vieillissant et peu durable. La proportion de l'écoconstruction est d'ailleurs croissante dans les tendances de mises en chantiers. Cependant, dans le but de performer en matière de développement durable, les bâtiments existants doivent également être améliorés. Dans ces circonstances, la rénovation est essentielle à l'écologisation du parc de logements du Québec.

### **3. LA RÉNOVATION ÉCOLOGIQUE COMME SOLUTION**

Dans ce chapitre, une définition de l'écorénovation est avancée. Ensuite, la manière dont la rénovation répond, grâce à ses avantages, à la problématique est énoncée dans l'optique où l'objectif général de ce travail est d'évaluer le potentiel du secteur de l'écorénovation à contribuer à la transition écologique du Québec. Ainsi, par une comparaison avec l'écoconstruction, les aspects pour lesquels la rénovation et l'écorénovation se démarquent préférentiellement sur le plan du développement durable sont exposés. La participation de la rénovation aux objectifs des collectivités durables est traitée. Les programmes soutenant cette activité sont aussi abordés. La section portant sur les tendances québécoises présente la rénovation comme la nouvelle force du marché de l'habitation et un portrait des renovateurs et des bâtiments rénovés est dressé. Puis, les innovations pouvant être intégrées à l'industrie de la rénovation résidentielle écoresponsable pour soutenir la transition écologique sont présentées pour clore le chapitre.

#### **3.1 Définir l'écorénovation**

Par rénovation, on entend remise à neuf totale ou partielle, et ce, dans le cas d'un bâtiment existant (OQLF, 2004). Jadis, les travaux de rénovation servaient seulement à remplacer ce qui était défectueux (SHQ, 1993). Aujourd'hui, les activités de rénovation sont généralement classées sous deux catégories se distinguant par l'objectif : les travaux de réparation et d'entretien ainsi que les modifications et améliorations. La première catégorie vise le maintien de l'état ou de l'apparence, tandis que la deuxième catégorie vise plutôt l'accroissement de la valeur ou de la durée de vie utile par l'amélioration de la qualité (SCHL, 2012). Le changement de la configuration des pièces est un exemple de travaux entrant dans cette seconde catégorie. Les travaux visant une amélioration de la qualité peuvent également être perçus comme un investissement ou comme une alternative au déménagement contrairement aux travaux d'entretien qui sont généralement nécessaires (Centre interuniversitaire de recherche en analyse des organisations [CIRANO], 2011). Dans les modèles économiques, les activités liées à la rénovation sont aussi considérées sous deux angles. Elles ont une utilité d'une part de consommation et d'autre part d'investissement (CIRANO, 2011). Effectivement, un bâtiment consiste en un bien apportant des bénéfices de consommation immédiats, mais également futurs tels que la valeur de vente. À cet égard, dans une perspective économique, la rénovation est perçue comme un moyen d'acquérir un plus grand stock d'investissement.

Pour ce qui est de l'écorénovation (ou rénovation écologique), celle-ci représenterait un secteur de l'écoconstruction. En fonction des informations présentées au paragraphe précédent et aux sections 2.1 et 2.2, une définition est proposée. Comme pour l'écoconstruction, la définition de l'écorénovation ne serait pas limitée à une démarche ou à un résultat unique. En matière de démarche, comme pour l'écoconstruction, la rénovation deviendrait écoresponsable notamment grâce aux choix des matériaux et des procédés employés. L'intégration du développement durable aux pratiques serait ainsi poursuivie. Les objectifs de l'écorénovation et de l'écoconstruction seraient sensiblement les mêmes. Ce qui différencierait ces activités serait la portée et l'ampleur des projets ainsi que les contraintes découlant du caractère

existant du bâtiment. En ajout, dans le cas de la rénovation écologique, une plus grande attention serait portée aux procédés et aux matériaux qu'à l'intégralité que compose le bâtiment. En d'autres termes, l'application de procédés et l'utilisation de matériaux écoresponsables lors des travaux permettraient à la rénovation d'être écologique sans que le reste du bâtiment le soit nécessairement. À défaut de son caractère d'existence, le bâtiment ne deviendrait pas automatiquement une écoconstruction à la suite de rénovations écologiques, mais il s'en rapprocherait un peu plus. Il faut également prendre en considération qu'un bâtiment n'est pas un bien parfaitement transformable, des contraintes telles que la superficie du lot ou la configuration des pièces peuvent limiter les possibilités de rénovation (CIRANO, 2011). En ajout, la rénovation d'un bâtiment serait considérée comme plus ardue, car l'ancien et le nouveau doivent être coordonnés en un ensemble fonctionnel. De même, la rénovation apporterait plus fréquemment des imprévus, par exemple la découverte de plomberie obsolète derrière les murs. Puis, le concept d'écornovation serait né dans le même contexte que l'écoconstruction. Ce concept tenterait donc de répondre au vieillissement, à la détérioration et à la dépréciation du parc immobilier par l'amélioration de la durabilité de l'existant. La durabilité deviendrait ainsi un mot-clé de la rénovation écologique. Cela serait aussi la principale raison de favoriser les écornovations aux nouvelles écoconstructions dans un contexte d'écologisation du parc de logements.

### **3.2 Avantages de la rénovation et de l'écornovation**

Les écornovations permettent de se rapprocher de l'idéal du bâtiment écoconstruit qui répond à la problématique exposée en réduisant la consommation d'énergie, la quantité d'eau consommée, les émissions de GES et d'autres polluants ainsi que les déchets produits. L'idéal de l'écoconstruction offre également plus de confort et une meilleure qualité de vie aux occupants tout en étant abordable et moins dispendieux en dépenses d'exploitation. Grâce à leurs caractéristiques performantes en matière de développement durable (section 2.2), les écoconstructions participeraient à la transition écologique entamée par le Québec. Comme il fut exposé précédemment, la construction de bâtiments écologiques est croissante (CBDCa et Delphi Group, 2016). Malgré cela, les améliorations simultanées au parc de logements actuel sont essentielles. Selon ce qui précède, il est temps d'évaluer le potentiel de la rénovation et de l'écornovation à participer à cette écologisation.

L'écornovation partage la majorité des avantages résultant des bâtiments écoconstruits mentionnés en détail à la section 2.2. La rénovation possède toutefois des avantages supplémentaires aux nouvelles constructions que ces dernières soient écoconstruites ou non. Par la rénovation, il est possible de cibler les faiblesses des bâtiments existants et d'orienter les travaux en fonction de ces aspects. Les avantages généraux de la rénovation ainsi que les avantages spécifiques à l'écornovation sont présentés dans les sections suivantes.



### **3.2.1 Augmentation de la durabilité des bâtiments**

Par la rénovation, il est possible d'augmenter la durée de vie des bâtiments. Le système linéaire classique de la vie d'un bâtiment (construction, utilisation, fin de vie) peut alors devenir cyclique et s'inscrire dans une approche d'économie circulaire (construction, utilisation prolongée par la rénovation, fin de vie et nouvelle construction évitées ou retardées par la rénovation). L'amélioration de l'existant et l'allongement de la durée de vie du bâtiment sont un gage de durabilité. En allongeant la valeur d'utilité, la rénovation permet une consommation supplémentaire du bâtiment pour les propriétaires (CIRANO, 2011).

L'entretien, l'évolutivité du bâtiment et la pérennité des produits et équipements utilisés sont des facteurs essentiels à la prolongation de la durée de vie utile des bâtiments (Alliance HQE-GBC France, 2018). Et ces facteurs sont favorisés par les travaux de rénovation. En adaptant le bâtiment en fonction des nouveaux besoins, la rénovation rend possible son utilisation sur un plus long terme. Par exemple, un bâtiment industriel peut être transformé en logements plutôt qu'être démoli. De plus, en considération des informations présentées à ce chapitre, la rénovation permettrait de rendre le bâtiment évolutif, adaptable aux besoins futurs, par exemple lorsque la charpente est modifiée en prévision d'un agrandissement éventuel. La rénovation permettrait aussi de remplacer les matériaux non durables utilisés lors de la construction initiale par leurs homologues écoresponsables. Ces derniers reporteraient la démolition et espaceraient les travaux d'entretien éventuels.

### **3.2.2 Réduction de l'empreinte environnementale des bâtiments**

La rénovation permet de bénéficier des avantages apportés par les innovations de l'écoconstruction, et ce, en réduisant les incidences découlant des nouvelles constructions telles que la destruction des écosystèmes, les émissions de GES, la consommation de ressources et la production de déchets. En conséquence, en rénovant un bâtiment pour y ajouter des caractéristiques écologiques innovantes, l'empreinte environnementale du bâtiment est réduite, mais aussi celle du parc de logements.

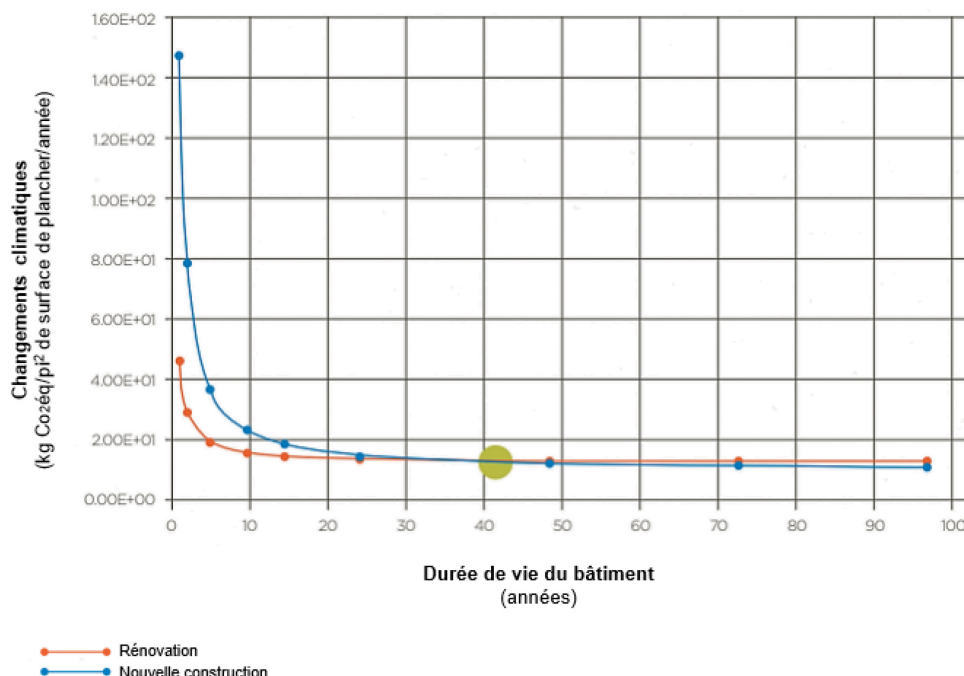
D'abord, concernant l'aspect destruction des écosystèmes, la rénovation peut limiter l'étalement urbain en maximisant l'utilisation de l'espace. Par exemple, l'ajout d'un étage peut offrir un appartement locatif supplémentaire.

Ensuite, le fait de rénover les bâtiments, en comparaison de la construction à neuf, évite des quantités considérables d'émissions de GES, facteur fondamental de l'empreinte environnementale des bâtiments. Par exemple, dans le cas d'un bâtiment rénové pour l'atteinte de la certification Net Zero, environ le tiers des émissions associées à la construction d'un nouveau bâtiment (certifié Net Zero) sont évitées (Strain, 2016). Tout bâtiment existant ne peut s'élever à ces standards, mais des émissions sont tout de même évitées lorsque la rénovation pour la conservation de l'existant consiste en l'option retenue. Généralement, la réutilisation de l'existant atteint une performance environnementale supérieure grâce au concept de carbone intrinsèque du bâtiment. Ces émissions de carbone ne proviennent pas de l'exploitation du

bâtiment, mais plutôt de l'extraction des ressources, du transport des matériaux, de la construction et de l'entretien du bâtiment et de la destruction des écosystèmes (Écohabitation, 2020). À cet égard, selon une étude du Preservation Green Lab (2011) prenant en considération l'analyse du cycle de vie et l'impact environnemental de la source d'énergie, le recyclage des bâtiments existants permet une réduction des émissions de CO<sub>2</sub> de l'ordre de 4 % à 46 % comparativement à la construction de bâtiments neufs similaires. Dans le cadre de cette étude, les villes Portland, Phoenix, Chicago et Atlanta ont été choisies pour évaluer les effets de différents types de climats. De plus, des bâtiments de différents types d'usage ont été évalués sur une durée de vie de 75 ans en fonction des catégories suivantes : changement climatique, santé, qualité des écosystèmes et utilisation des ressources. Évidemment, les constats ne sont pas transposables tels quels à la situation québécoise, les sources énergétiques et les conditions climatiques n'étant pas exactement les mêmes. L'étude expose toutefois trois constats intéressants favorisant la rénovation de l'existant à la construction nouvelle.

Le premier constat est le suivant : la réduction appliquée à un seul bâtiment peut sembler négligeable, mais, lorsqu'elle est transposée à l'échelle de tous les bâtiments de la ville, de la province, du pays, elle devient alors notable (Preservation Green Lab, 2011). Considérant qu'en 2030 le parc de logements du Canada sera composé à 75 % de bâtiments qui sont existants à l'heure actuelle, et considérant que les bâtiments contribuent à 35 % des émissions carbone du pays, la rénovation représente une opportunité considérable de réduire les GES et d'atteindre les cibles de réductions gouvernementales (Gouvernement du Canada, 2018). En quelque sorte, le stock de bâtiments peut être considéré comme un réservoir de carbone, les bâtiments existants consignent une quantité importante d'énergie intrinsèque et cela justifie d'éviter leur destruction pour reconstruire à neuf (Preservation Green Lab, 2011).

Le second constat du Preservation Green Lab (2011) est qu'en matière de changements climatiques : l'utilisation continue d'un bâtiment rénové génère des réductions de carbone immédiates comparativement à la construction de bâtiments écoénergétiques. Souvent, la supposition que les avantages des réductions de CO<sub>2</sub> obtenues par une nouvelle construction performante effacent les impacts environnementaux négatifs engendrés par la phase de construction est établie (Preservation Green Lab, 2011). La construction d'un nouveau bâtiment exige une quantité initiale substantielle d'énergie comme l'illustre la figure 3.1. La nouvelle construction nécessitera toutefois 10 à 80 ans pour compenser (grâce à ses économies d'énergie) les impacts négatifs sur le plan des changements climatiques engendrés par la phase de construction. La figure 3.1 montre l'exemple d'un bâtiment commercial, mais le type de bâtiment importe peu, la compensation des impacts de la construction prend toujours plusieurs années.



**Figure 3.1 Impacts sur les changements climatiques d'un bâtiment commercial à Portland en fonction de sa durée de vie** (traduction libre de : Preservation Green Lab, 2011)

En ajout, comme les bâtiments reflètent les exigences du code du bâtiment qui était en vigueur lors de leur construction, la rénovation ouvre la possibilité d'une mise à niveau aux normes énergétiques maintenant plus rigoureuses. À la figure 3.1, le point situé à environ 40 ans représente le point « d'équivalent carbone ». À ce moment, le nouveau bâtiment a compensé l'énergie de sa construction et il rattrape le bâtiment rénové en matière d'impacts sur les changements climatiques (Preservation Green Lab, 2011). Le second constat de l'étude profère ainsi à la rénovation un réel avantage dans la perspective actuelle d'urgence climatique où les actions immédiates sont cruciales pour éviter les effets irréversibles des changements climatiques à venir. Dans ces circonstances, les stratégies qui produisent de grandes économies rapidement, c'est-à-dire une diminution nette dans un délai de 10 à 20 ans (ce qui n'est pas atteint par les nouveaux bâtiments), sont à prioriser (Strain, 2016).

Puis, le troisième constat de l'étude du Preservation Green Lab (2011) est que les matériaux importent. La quantité et le type de matériaux employés pour la rénovation peuvent amoindrir, voir même annuler les avantages associés à la rénovation, c'est le cas par exemple lorsque les matériaux ne sont pas réutilisés (Preservation Green Lab, 2011). Dans cet ordre d'idées, le choix de matériaux durables, certifiés, locaux ou biosourcés permet de réduire l'empreinte environnementale globale du bâtiment. Dans l'optique de l'application de l'approche 3RV (réduction, réemploi, recyclage et valorisation) aux bâtiments, la rénovation est à prioriser relativement à la construction neuve en considération des matériaux utilisés. Il importe d'abord de privilégier la réduction à la source. La rénovation comporte un impact moindre sur l'exploitation des ressources naturelles pour la production de matériaux que la construction neuve, en nécessitant de

moins grandes quantités. L'approche 3RV propose ensuite de favoriser le réemploi et le recyclage, ce qui est réalisable lors de travaux de rénovation écoresponsable. De plus, le réemploi ouvre la possibilité de réduire les impacts relatifs à la production de déchets, une répercussion importante associée à la fin de vie des bâtiments.

### **3.2.3 Avantages relatifs aux enjeux de santé, de salubrité et de sécurité**

La rénovation ouvre la possibilité de corriger les conditions d'inconfort et les atteintes à la santé et à la sécurité, et ce, à cout inférieur à ceux de la construction neuve (SHQ, 1993). Par les travaux de rénovation, il est possible d'améliorer les conditions de qualité d'air intérieur en réduisant l'exposition aux contaminants caractéristiques des anciens bâtiments tels que les moisissures et l'amiante. Il est également possible d'améliorer les conditions de salubrité par exemple en ajoutant une ventilation adéquate. Puis, la rénovation permet de répondre aux enjeux relatifs à la sécurité. À moindres couts que la construction neuve, les travaux de rénovation permettent de contrer l'accroissement des logements vieillissants et détériorés et de remettre les vieux bâtiments aux normes récentes comme celles relatives à la sécurité incendie (SHQ, 1993).

### **3.2.4 Avantages économiques pour les propriétaires**

Construire à neuf n'est pas une possibilité envisageable pour une grande proportion de ménages en considérant uniquement le facteur du budget disponible. La rénovation comporte l'avantage d'être plus abordable. En effet, le cout de la rénovation au pied carré est moindre que celui de construire à neuf lorsque la structure initiale est conservée à environ 65 % (Écohabitation, 2020). Selon une étude de la New York State Energy Research and Development Authority, une rénovation énergétique profonde (*deep energy retrofit*) d'une habitation centenaire possédant une ossature en bois coute approximativement 157 000 \$, ce qui revient à 99 \$ le pied carré, imprévus rencontrés inclusivement (Green Building Advisor, 2012). Pour une construction neuve de même superficie, les couts sont d'environ 185 \$ le pied carré et donc le cout total est d'approximativement 295 000 \$ (Écohabitation, 2018). À ce cout, il faut aussi ajouter les couts supplémentaires relatifs à l'achat du terrain, à l'excavation, aux branchements sanitaires, au branchement à l'eau potable et à l'aménagement paysager (Écohabitation, 2018).

De plus, les dépenses énergétiques des ménages peuvent être réduites par les travaux de rénovation. Le tableau 3.1 illustre la diminution des couts d'exploitation par rapport à un bâtiment de référence similaire un an et cinq ans après un projet de rénovation écologique. Une comparaison avec un projet de nouvelle construction y est de même présentée.

**Tableau 3.1 Comparaison des bénéfices économiques des travaux de construction et de rénovation écologique** (inspiré de : CaGBC, 2014)

Bénéfices	Rénovation écologique			Construction écologique		
	Canada 2014	États-Unis 2012	Global* 2012	Canada 2014	États-Unis 2012	Global* 2012
Diminution des coûts d'exploitation après 1 an	8 %	11 %	9 %	9 %	11 %	8 %
Diminution des coûts d'exploitation après 5 ans	11 %	14 %	13 %	17 %	28 %	15 %
Augmentation de la valeur du bâtiment	4 %	3 %	4 %	S. O.	S. O.	S. O.
Période de remboursement de l'investissement	7 ans	4 ans	7 ans	8 ans	7 ans	8 ans

\* Canada, États-Unis, Asie, Brésil et Europe occidentale

Dans tous les cas, lorsque comparée à un bâtiment de référence, la rénovation peut permettre une réduction des coûts d'exploitation qui est presque équivalente à celle associée à la construction d'un bâtiment écologique neuf. Aussi, la période de remboursement des investissements est moindre dans le cas de la rénovation. Puis, une augmentation de la valeur du bâtiment estimée à 4 % est observée pour la rénovation (CaGBC, 2014). Pour les propriétaires, le bâtiment représente un investissement pouvant procurer un gain en capital lors de la revente (CIRANO, 2011). La rénovation consiste donc en un moyen facile d'accroître la valeur des investissements. De plus, ces derniers peuvent fournir aux ménages une contribution financière non négligeable au moment de la retraite. En effet, la propriété procure une augmentation du revenu disponible de 9 % à 12 % pour la catégorie des 60 à 69 ans, et de 12 % à 15 % pour celle des 70 ans et plus (Brown, Hou et Lafrance, 2010).

### 3.2.5 Avantages économiques à l'échelle de la société

À plus grande échelle, sur le plan de la croissance, la rénovation comporte comme avantage d'être une activité économique plus stable et plus importante que la construction de nouveaux bâtiments. Les activités de rénovation génèrent également plus d'emplois. En 2013, elles ont suscité approximativement 105 000 emplois, en comparaison au secteur de la construction qui en a créé 69 000. (APCHQ, 2014)

### 3.2.6 Avantages sur le plan urbanistique et sociétal

La rénovation ouvre la possibilité à une optimisation ou à une amélioration de l'espace du cadre urbain existant en participant à la revitalisation esthétique et économique ainsi qu'à la requalification urbaine. D'abord, une augmentation de la densité ou de la compacité peut résulter de l'ajout d'un ou de plusieurs logements par subdivisions, extensions ou conversions de bâtiments non résidentiels (Darcy, 2012). Les travaux de rénovation peuvent également permettre de créer de nouveaux logements sociaux (SHQ, 1993). Ensuite, les travaux de rénovation participent à la maximisation de la mixité urbaine en transformant les anciens bâtiments afin qu'ils répondent davantage aux besoins de la population. L'amélioration de la mixité jointe à une augmentation de la densité mène à une réduction des distances parcourues en voiture,

réduisant par le fait même les émissions de GES et la congestion routière. En bref, la rénovation contribue à l'adaptation du cadre bâti existant aux besoins des résidents du quartier tout en étant moins dispendieuse, et par le fait même, plus accessible pour les municipalités.

Aussi, la rénovation facilite la revalorisation du cadre résidentiel en favorisant l'appartenance des individus à leur quartier (SHQ, 1993). Les résidents du quartier sont plus investis dans le bien-être commun de leur quartier que les promoteurs immobiliers opportunistes (Irwin, 2019). En plus d'augmenter l'appartenance ainsi que la qualité et la valeur du patrimoine bâti, la rénovation favorise le dynamisme et la vitalité économique des quartiers. De surcroît, la rénovation engendre un effet d'entraînement. Les comportements de rénovation d'un résident sont souvent imités par les autres résidents du voisinage, créant ainsi des cycles de rétroaction positive (Irwin, 2019). Selon Irwin (2019), la rénovation d'un bâtiment (au cours des six derniers mois) accroît de 1,8 % la probabilité qu'une autre maison soit rénovée, et ce, particulièrement dans les quartiers à revenu intermédiaire. La rénovation possède donc un effet multiplicateur sur les retombées attendues des politiques et programmes municipaux visant les rénovations privées (Irwin, 2019).

Somme toute, la rénovation et l'écorénovation possèdent des avantages diversifiés, supplémentaires et complémentaires à la construction écologique. Conséquemment, leur importance dans la transition écologique du Québec est justifiée. C'est pourquoi les activités de rénovation et de rénovation écologique sont encouragées par les municipalités notamment dans une optique de transition vers des pratiques plus écologiques comme celles prônées par les collectivités durables.

### **3.3 Participation de l'écorénovation aux collectivités durables**

Comme l'écoconstruction, l'écorénovation contribuerait à la transition vers des collectivités durables. En considération des besoins actuels au Québec (chapitre 1 et section 2.5), le développement de nouveaux écoquartiers ne serait pas réaliste, tout comme la destruction de quartiers pour reconstruire à neuf. D'un autre côté, la revitalisation de l'existant à laquelle participe la rénovation figure majoritairement parmi les objectifs de planification régionale et locale. De plus en plus axées sur le développement durable, les municipalités entreprennent des démarches vers l'amélioration, d'une part, des conditions socioéconomiques des habitants, et d'autre part, des conditions physiques et environnementales de leur milieu de vie. Pour ce faire, elles misent particulièrement sur l'amélioration du cadre bâti et sur la réhabilitation des infrastructures (Ministère des Affaires municipales et de l'Habitation, 2013). De nombreux facteurs entrent en compte dans la revitalisation ou au contraire, dans la détérioration des quartiers. Néanmoins, la rénovation figure parmi les « premiers mécanismes d'ajustement de la qualité de vie », et ce, particulièrement dans les quartiers anciens ou défavorisés. « Les dépenses de rénovation influent sur la qualité du stock d'habitation à travers le temps et sur sa dépréciation. À son tour, cette qualité influence la qualité de vie des résidents d'un quartier » (CIRANO, 2011). Les travaux d'écorénovation s'inscrivant dans l'idéologie des collectivités durables sont variés. La réfection de la toiture pour en faire un toit vert ou un toit blanc en est un exemple. En outre, l'ajout d'étages et de nouvelles sections aux habitations et

l'urbanisation intercalaire augmentent l'espace habitable. Cette hausse de densité évite l'étalement urbain supplémentaire. Puis, selon les informations présentées précédemment (section 3.3.2), en favorisant la rénovation de l'ancien à la nouvelle construction, non seulement la performance énergétique des bâtiments rénovés serait améliorée, mais aussi, les émissions de GES liées aux nouvelles constructions seraient évitées.

En définitive, grâce à la rénovation, les collectivités peuvent atteindre dans un avenir rapproché les objectifs de villes vertes notamment en ce qui concerne la réduction des émissions de GES. Dans le but d'encourager l'écoresponsabilité lors de travaux de rénovation en milieu urbain, des programmes incitatifs ont été mis en œuvre.

### **3.4 Programmes incitant la rénovation au Québec**

Historiquement, les programmes d'aide financière pour les travaux de rénovation ont réellement produit des résultats positifs. Le nombre de logements requérant des réparations majeures est passé de 13 % à 9 % entre 1980 et 1990 (SHQ, 1993). Ces statistiques datent, mais démontrent tout de même l'efficacité de ce genre de programme. Cette aide financière a aussi permis la réalisation de travaux dans les logements locatifs qui autrement n'auraient pas été effectués. Les propriétaires n'ont pas toujours les capitaux nécessaires à l'entretien (comme il fut exposé à la section 1.1.2.) accentuant en conséquence la détérioration et le vieillissement du parc de logements (CBDCa, 2013; CORPIC, 2011).

Plus récemment, entre 2013 et 2016, les programmes de crédits d'impôt successifs ÉcoRénov et LogiRénov avaient pour objectifs : d'encourager l'écorénovation dans le but d'atteindre les objectifs gouvernementaux de protection de l'environnement, de stimuler l'économie locale et d'améliorer la qualité de vie des ménages. Ces programmes réservés aux particuliers offraient un crédit d'impôt remboursable lors de l'accomplissement de travaux de rénovation résidentielle écoresponsable réalisés par un entrepreneur qualifié. Le crédit équivalait à un remboursement de 20 % des dépenses admissibles (certains travaux) excédant 2500 \$ dans le cas d'ÉcoRénov et excédant 3000 \$ dans le cas de LogiRénov. (APCHQ, 2014)

En 2016, le programme RénoVert a succédé à LogiRénov. Il a ensuite été prolongé jusqu'en 2019. Comme ses ancêtres, ce programme proposait un remboursement équivalent à 20 % des dépenses admissibles dépassant le plancher de 2500 \$. (Gouvernement du Québec, 2018)

La figure 3.2 présente les principaux types de travaux admissibles au programme RénoVert.

Travaux relatifs à l'enveloppe de l'habitation	Isolation du toit, des murs extérieurs, des fondations et des planchers exposés Étanchéisation des fondations, des murs, des portes et des fenêtres Installation de portes, de fenêtres et d'un toit végétalisé
Travaux relatifs aux systèmes mécaniques de l'habitation et visant les systèmes	Chauffage, climatisation, chauffe-eau et ventilation
Travaux visant la qualité de l'eau <sup>(1)</sup> et du sol	Citerne de récupération des eaux pluviales, décontamination du sol contaminé au mazout
Dispositif d'énergie renouvelable	Panneaux solaires et éolienne domestique

(1) Les travaux relatifs à la qualité de l'eau qui sont effectués à un chalet ne sont pas admissibles.

**Figure 3.2 Principaux types de travaux admissibles au programme RénoVert** (tiré de : Gouvernement du Québec, 2018)

RénoVert visait les travaux de remise en état uniquement, excluant les travaux d'amélioration et les travaux touchant la structure du bâtiment. Il fut le programme le plus populaire, mais ÉcoRénov et LogiRénov ont aussi connu une forte popularité. Selon l'APCHQ (2019), 30 % des travaux de rénovation visant l'accroissement de l'efficacité ont été réalisés conjointement à un programme d'aide gouvernementale. Dans le cadre d'ÉcoRénov uniquement, 82 024 demandes de crédit ont été déposées (APCHQ, 2019). Pour ce même programme, la valeur des crédits d'impôt accordés a excédé 137 millions de dollars (M\$) et la valeur des travaux de rénovation fut estimée à 890 M\$ (APCHQ, 2019).

Principalement, ces programmes de crédit d'impôt ont eu comme effet positif de stimuler la croissance économique et les activités de rénovation résidentielle, tout en améliorant la qualité des bâtiments de manière écoresponsable. De cette manière, les incidences négatives sur l'environnement associées aux travaux de rénovation conventionnelle furent limitées. Toutefois, ces programmes concernaient principalement les propriétaires-occupants. Le secteur locatif a ici été délaissé, bien que ce dernier représente près de 40 % du parc de logements québécois et que ses bâtiments sont plus âgés que ceux du secteur propriétaires-occupants. (APCHQ, 2014; APCHQ, 2016b)

D'autres programmes caractérisent le portrait de l'écorénovation au Québec. Le tableau 3.2 en établit une présentation sommaire. Ces programmes sont spécifiques à la rénovation. D'autres programmes et certifications encourageant l'écoconstruction, mais aussi la rénovation écologique, ont déjà été présentés par le tableau 2.1 au chapitre précédent.



**Tableau 3.2 Programmes soutenant l'écORénovation au Québec** (compilation d'après : APCHQ, 2019; Cloutier, 2007, 30 novembre; Parent, 2020; SHQ, s. d.; Transition énergétique Québec, 2020)

Programmes		Objectifs/Éléments principaux	Période d'admissibilité
Programmes axés sur l'efficacité énergétique	Chauffez Vert	Programme gouvernemental d'aide financière pour le remplacement des systèmes de chauffage et les chauffe-eaux à combustible fossile (autre que le gaz naturel) par des systèmes à l'électricité (ou autre énergie renouvelable)	2013 à 2021
	Éconologis	Programme gouvernemental destiné aux ménages à revenu modeste et visant le remplacement du réfrigérateur et l'installation de thermostats électroniques	Depuis 1999 Octobre à mars uniquement
	Financement innovateur pour des municipalités efficaces	Programme de l'Association québécoise pour la maîtrise de l'énergie permettant aux membres de la collectivité d'emprunter à leur municipalité pour accomplir des rénovations écoénergétiques (le remboursement de l'emprunt s'effectue ensuite par l'entremise de la taxe foncière)	Depuis 2017
	Rénoclimat	Programme gouvernemental d'aide financière pour les travaux suivants : travaux d'isolation, travaux d'étanchéité, remplacement de portes et de fenêtres, installation ou remplacement de systèmes mécaniques (système de ventilation, chauffe-eau, thermopompe, système de chauffage et système géothermique)	2007 à 2021
Programme offert par une institution financière	Prêt hypothécaire vert et ligne de crédit sur valeur domiciliaire verte avec TD Canada Trust	Programme visant l'amélioration énergétique et permettant aux propriétaires d'effectuer des travaux de rénovation en bénéficiant d'un prêt à l'achat de produits certifiés ENERGY STAR  Les produits admissibles incluent : électroménagers, appareils reliés au chauffage, à la ventilation et à la climatisation, fenêtres, portes et puits de lumière	2007 à S. O.
Programme destiné aux municipalités	Rénovation Québec	Programme gouvernemental pour appuyer les municipalités à développer des programmes visant à améliorer les logements dans les quartiers résidentiels dégradés  Exemples d'interventions possibles : rénovation résidentielle pour les ménages à faibles revenus, ajout de logements à un bâtiment résidentiel ou réaménagement des logements existants, transformation de bâtiment non résidentiel en logements	S. O.

Tous ces programmes ont contribué à la transition vers des pratiques de rénovation écoresponsable en incitant les propriétaires et les municipalités à investir dans le cadre bâti pour en augmenter le confort et en améliorer la durabilité. Les incitatifs financiers seraient aussi un bon moyen de développer une nouvelle expertise qui devient alors profitable à l'ensemble de la société. Puis, d'une certaine manière, les programmes incitatifs ont également participé à la popularité grandissante de la rénovation à travers les tendances québécoises.

### 3.5 Tendances québécoises

À l'heure actuelle, il est difficile de discerner la proportion exacte de rénovations écologiques, car aucune étude n'a produit de statistiques spécifiques au Québec. Le portrait actuel est plutôt fondé sur des estimations (APCHQ, 2014). En revanche, un sondage portant sur le crédit d'impôt RénoVert affirme que

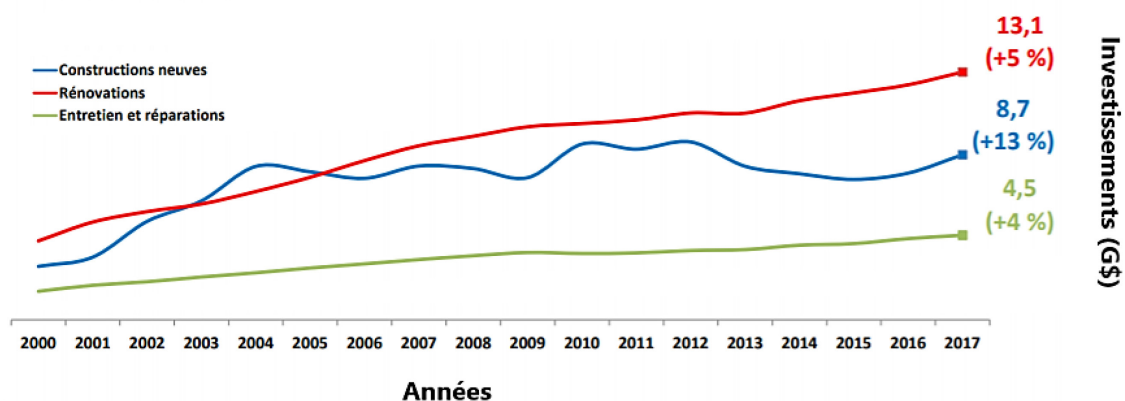
35 % des propriétaires ont effectué des travaux de rénovation en 2017 et que 55 % des travaux réalisés entrent dans la catégorie de la rénovation écoresponsable (APCHQ, 2019).

En considération de ce qui précède, cette section brosse un portrait de la rénovation au Québec en abordant les tendances observées pour ce secteur. Le profil de la personne type effectuant des rénovations et le profil des bâtiments rénovés sont également présentés. L'identification de ces aspects servira ultimement à souligner les interventions essentielles pour inciter la rénovation écologique dans le contexte québécois.

### 3.5.1 La rénovation : nouvelle force du marché québécois de l'habitation

Parmi les transformations historiques majeures du parc de logements québécois, on note l'apparition de la rénovation résidentielle. Auparavant, les activités du marché de l'habitation étaient dominées par les nouvelles constructions, par exemple lors de la période d'après-guerre. L'émergence de la rénovation n'est pas une tendance propre au Québec. Cette tendance est aussi observable en Europe où le stock d'habitation fut érigé au courant du siècle dernier (Circle Economy, 2019). La rénovation est à présent indissociable du marché. Dans son rapport de recherche publié en 1994, la SHQ mentionne une mutation du secteur de la construction au Québec. À cette époque, les dépenses en rénovation surpassent celles de la construction neuve depuis 1989 (SHQ, 1994). Le rapport *Portrait régional de la rénovation au Québec 2010-2013* réalisé en 2014 par l'APCHQ appuie le maintien de cette transition depuis 2000.

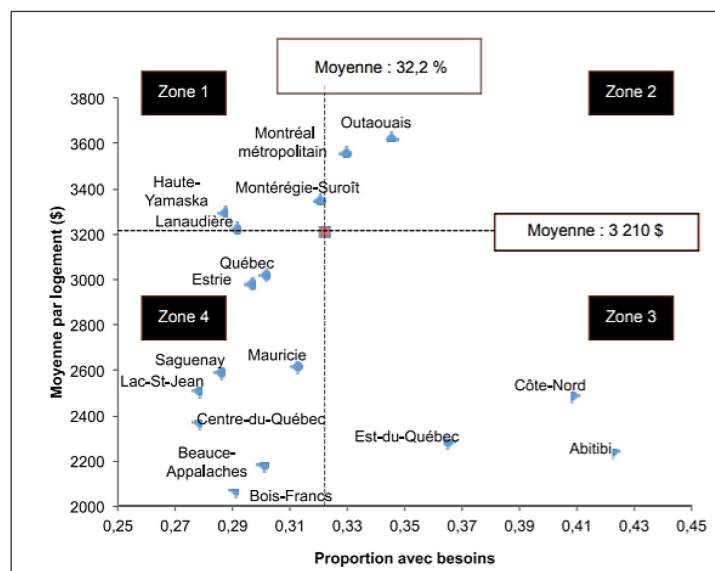
Plus récemment, en 2017, la valeur des activités liées aux investissements en rénovation et aux dépenses en réparation et entretien représentait 60 % de l'activité économique du secteur de l'habitation (APCHQ, 2019). À ce moment, les activités de rénovations totalisaient plus de 17,6 G\$ (APCHQ, 2019). La valeur des permis de rénovation résidentielle fut estimée à 2 G\$, ce montant représentant une hausse de 5 % par rapport à 2016 (APCHQ, 2017). En considération de ce qui précède, la figure 3.3 illustre l'évolution des investissements dans le secteur québécois de l'habitation depuis les années 2000.



**Figure 3.3** Investissements dans le secteur de l'habitation au Québec (tiré de : APCHQ, 2019)

La figure 3.3 illustre une plus grande stabilité pour la courbe de croissance de la rénovation comparativement à celle de la construction neuve. De plus, le montant investi (13,1 G\$) est plus élevé pour la rénovation. La progression des investissements en rénovation depuis 2013 est notamment attribuable aux programmes ÉcoRénov, LogiRénov et RénoVert. Pour le futur, les tendances actuelles indiquent la poursuite des investissements dans le secteur de la rénovation (Koulouris, 2017; SHQ, 2011; APCHQ, 2019). Cela s'explique entre autres par le fait que cette activité permet l'adaptation aux nouveaux besoins découlant des changements démographiques et de modes de vie. Au surplus de ce qui précède, selon une analyse prospective du marché du logement réalisée par la SCHL, à l'horizon 2030, la construction résidentielle neuve sera moins nécessaire afin de répondre aux besoins des ménages du Québec (SHQ, 2011). À ce propos, en 2030, les bâtiments existants présentement représenteront approximativement 75 % des constructions totales (Comité sénatorial permanent de l'énergie, de l'environnement et des ressources naturelles, 2018).

En ce qui concerne l'emploi, la rénovation surpasse également la construction dans les tendances. Pour l'année 2013, l'APCHQ (2014) estime que le secteur de la rénovation a engendré environ 105 000 emplois, tandis que 69 000 emplois ont été créés par la construction. La croissance des activités de rénovation est soutenue par les besoins en rénovation relatifs à l'âge et à l'état des bâtiments. Les investissements dans le secteur de la rénovation ont une influence sur la qualité du stock de logements et sur sa dépréciation temporelle (CIRANO, 2011). Actuellement, l'âge moyen (43 ans) du parc de logements québécois équivaut presque au double de l'âge critique (25 ans) à partir duquel les besoins en rénovations s'accroissent (SHQ, 1993). Considérant l'état du parc de logements québécois, une négligence importante en matière de travaux d'entretien périodiques semble caractériser les dernières décennies. L'APCHQ (2014) estime d'ailleurs que 32,2 % des logements du parc immobilier québécois nécessitent des réparations. La figure 3.4 illustre la répartition des régions de l'APCHQ en fonction des besoins en réparation.



**Figure 3.4 Investissements en rénovation et besoins en réparation** (tiré de : APCHQ, 2014)

Pour certaines régions de l'APCHQ, la proportion de logements nécessitant des rénovations surpasse même 40 %. En ajout, d'après un sondage réalisé par l'APCHQ et la CORPIC portant spécifiquement sur les logements locatifs, 81 % des propriétaires-répondants affirment posséder un immeuble nécessitant des travaux de rénovation. Parmi ces bâtiments, les travaux d'entretien, les rénovations mineures et les travaux majeurs représentent respectivement 59 %, 24 % et 17 % des besoins. Ce sondage révèle également que 44 % des logements locatifs requièrent des travaux de rénovation visant à améliorer l'efficacité énergétique. (APCHQ, 2016b)

La rénovation est donc maintenant bien ancrée au marché québécois de l'habitation comme l'indiquent les tendances. Étant donné que les besoins en rénovations sont réels, l'écorénovation comporte un potentiel intéressant à participer à la transition écologique du Québec. Pour ultimement cibler les mesures visant à encourager une plus grande part d'écorénovation, les sections subséquentes proposent un portrait de la rénovation au Québec.

### 3.5.2 Portrait de la rénovation au Québec

Les facteurs en lien avec la probabilité d'effectuer des travaux de rénovation sont exposés ci-après. Le profil des rénovateurs québécois présente ensuite les types de travaux effectués et les raisons pour lesquelles les ménages entreprennent des rénovations.

Plusieurs facteurs entourent la probabilité d'entreprendre des rénovations et l'ampleur des montants dépensés. Certains facteurs sont attribuables aux caractéristiques des ménages et d'autres dépendent plutôt du bâtiment. Le tableau 3.3 liste les facteurs qui semblent avoir le plus d'influence.

**Tableau 3.3 Facteurs influençant la probabilité de rénover** (tiré de : CIRANO, 2011; APCHQ, 2014)

<b>Caractéristiques des ménages</b>	Le revenu annuel du ménage L'âge du répondant Le nombre d'années d'habitation dans la résidence concernée
<b>Facteurs liés au bâtiment</b>	L'année de construction de la résidence La valeur foncière de la résidence La présence d'hypothèque rattachée à celle-ci et sa valeur, le cas échéant

Évidemment, le revenu du ménage et l'année de construction de la résidence sont des facteurs déterminants. Des précisions concernant ces facteurs sont présentées à l'annexe 2. De plus, l'évolution du voisinage figure aussi parmi les facteurs influençant la probabilité d'effectuer des rénovations. Étant donné qu'un bâtiment est un bien non mobile, la valeur d'une habitation est « vulnérable aux comportements rénovateurs des autres résidents du quartier, aux actions de la municipalité et aux perspectives économiques des environs du quartier » (CIRANO, 2011). Comme mentionné antérieurement, les travaux de rénovation engendrent souvent d'autres rénovations dans le voisinage.

Pour terminer le portrait de la rénovation au Québec, il est maintenant pertinent d'exposer les travaux effectués et les raisons pour lesquelles les ménages rénovent leur habitation. Selon les résultats de *l'Enquête sur la rénovation et l'achat de logements* réalisée par la SCHL (2012), les principales raisons de rénover invoquées sont, en ordre de popularité, les suivantes :

- Rajeunir l'aspect/accroître la valeur/vendre (74 %);
- Réparations requises (42 %);
- Travaux d'entretien requis (38 %);
- Accroître l'efficacité énergétique (29 %);
- Besoin de plus d'espace (10 %).

À ce sondage, plusieurs réponses pouvaient être fournies. Deux constats principaux ressortent de cette étude. Le premier constat est que les résultats soutiennent l'importance des besoins en rénovation du parc immobilier québécois. À cet effet, les travaux ayant été réalisés pour l'entretien (38 %) ou pour les réparations (42 %) indiquent ainsi que, dans 80 % des cas, la nécessité d'entretenir le bâtiment figure parmi les motifs principaux (SCHL, 2012). Le second constat est que les résultats indiquent qu'il y a une véritable motivation à rénover pour accroître la valeur de la propriété. Pour les propriétaires-occupants, cela signifie une augmentation de la valeur du stock d'investissement et sa protection sur un plus long terme. Pour ces acteurs, les rénovations visent de même à augmenter le confort. En revanche, les raisons de rénover impliquant le rendement et la vie économique utile du bâtiment ne s'appliquent pas nécessairement aux logements locatifs (SHQ, 1993). Dans les logements locatifs, les effets des rénovations ne sont pas directement ressentis par les propriétaires. Ainsi, certains types de travaux sont rarement réalisés dans les logements locatifs. Par exemple, dans la majorité des cas, les propriétaires ne paient pas pour les dépenses énergétiques de leurs locataires, ils manifestent donc peu d'intérêt à entreprendre des travaux visant une performance énergétique supérieure aux normes prescrites.

Ensuite, *l'Enquête sur la rénovation et l'achat de logements* identifie les catégories de travaux listés ci-dessous comme étant les plus fréquents :

- Améliorations ou modifications (75 %);
- Travaux de réparation ou d'entretien (46 %);
- Travaux entrant dans les deux catégories (21 %) (SCHL, 2012).

Encore une fois, la part importante occupée par les travaux de réparation et d'entretien soutient les besoins du parc de logements vieillissant. Concernant les travaux de rénovation les plus populaires, ces derniers sont : le réaménagement de pièces (95 %), les travaux de peinture et la pose de papier peint (54 %), la pose d'appareils ou de matériel de plomberie (38 %) et la pose de revêtements de sol (36 %). Selon *l'Enquête sur la rénovation et l'achat de logements*, le coût moyen des rénovations est estimé à 13 709 \$. Pour ce qui est de la réalisation des travaux, 29 % des répondants ont exécuté eux-mêmes les travaux, 35 % ont embauché un entrepreneur pour la totalité des travaux et 30 % ont sous-traité une partie et

effectué une partie des travaux. Puis, 38 % des propriétaires-occupants interrogés envisageaient d'effectuer des rénovations au courant de la prochaine année. (SCHL, 2012)

En somme, les tendances québécoises illustrent que la rénovation a connu une hausse progressive et continuera de prendre de l'ampleur au cours des années à venir, tandis que le marché des nouvelles constructions stagnera. Ce besoin réduit en construction de nouveaux logements peut être perçu comme une restriction à la possibilité d'appliquer les innovations de l'écoconstruction, en comparaison par exemple avec l'Inde où « 70 % des bâtiments nécessaires en 2030 doivent encore être construits » (Circle Economy, 2020). Sous cet angle, la réutilisation et la rénovation des bâtiments existants sont des options plus sensées sur le plan de la durabilité pour les pays développés tels que le Canada (Strain, 2016). Effectivement, les innovations de l'écoconstruction peuvent aussi bien être intégrées aux bâtiments existants par la rénovation. Par ses avantages, la rénovation peut elle-même être perçue comme une innovation. Alors, pour atteindre les objectifs gouvernementaux en matière de développement durable, l'écorénovation prend tout son sens.

### **3.6 La rénovation écologique : une innovation en soi**

La rénovation n'est pas une nouveauté de l'industrie de la construction au Québec. Pourtant, la forte croissance de ce secteur au cours des dernières décennies démontre l'intérêt d'améliorer l'existant pour en accroître l'usage et par le fait même la durabilité. Cet intérêt représente la nouveauté du secteur de l'habitation. Il ouvre la possibilité d'introduire les innovations de l'écoconstruction aux bâtiments et aux pratiques par l'écorénovation. La section qui suit expose donc les raisons pour lesquelles l'écorénovation doit être considérée comme une innovation en soi.

L'écorénovation est innovante par ses avantages qui lui permettent de mieux performer sur le plan du développement durable. Le tableau 3.4 propose une comparaison des avantages apportés par l'écoconstruction, la rénovation conventionnelle et l'écorénovation lorsque ces dernières sont favorisées relativement au scénario de nouvelle construction traditionnelle. Ces avantages permettent de répondre à la problématique actuelle de la non-intégration du développement durable au cadre bâti. Le tableau 3.4 illustre sommairement les avantages potentiels ayant été mentionnés aux chapitres 2 et 3 sans toutefois distinguer les niveaux de performance sur le plan du développement durable. Par cette comparaison non exhaustive, il est tout de même possible de remarquer que la rénovation et l'écorénovation comportent un fort potentiel à répondre à la problématique.

**Tableau 3.4 Récapitulatif comparatif des avantages de l'écoconstruction, de la rénovation et de l'écorénovation relativement au scénario de nouvelle construction conventionnelle**

Avantages sur le plan du développement durable	Nouvelle construction conventionnelle	Nouvelle écoconstruction	Rénovation conventionnelle	Écorénovation
Empreinte environnementale réduite pour l'ensemble du cycle de vie		●	●	●
Évitement des impacts supplémentaires relatifs aux nouvelles constructions (par exemple la destruction des écosystèmes et le transport)			●	●
Réduction des émissions de GES		●	○	●
Réduction du carbone et de l'énergie intrinsèques			●	●
Réduction des déchets produits		○	○	○
Réduction de la consommation d'eau		○	○	○
Réduction de la consommation d'énergie reliée à la construction du bâtiment			●	●
Réduction de la consommation d'énergie reliée à l'utilisation du bâtiment		●	○	○
Amélioration de la qualité de vie des occupants (confort, santé, sécurité)		●	○	●
Augmentation de l'adaptabilité du bâtiment aux besoins des occupants		○	○	○
Augmentation de la durée de vie utile du bâtiment			●	●
Réduction des coûts d'exploitation		○	○	○
Réduction du coût des travaux au pied carré			●	●
Hausse de la valeur des investissements (augmentation de la valeur du bâtiment)		●	○	○
Participation à la vitalité et au dynamisme économique local (retombées économiques et emplois)		○	○	○
Participation à la compétitivité des innovations sur les marchés internationaux		○		○
Augmentation de l'appartenance des résidents au quartier			○	○
Réduction de l'étalement urbain et augmentation de la densité (optimisation de l'espace)			○	○
Gestion des problématiques environnementales municipales (îlots de chaleur et eaux pluviales)		○		○
Participation à l'atteinte des objectifs de collectivités durables		●	●	●
Conversion de bâtiments non résidentiels en logements (réutilisation de l'existant)			○	○
<b>Total des avantages possibles</b>	<b>0</b>	<b>7</b>	<b>12</b>	<b>12</b>
<b>Total des avantages assurés</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>9</b>
<b>Total</b>	<b>0</b>	<b>13</b>	<b>19</b>	<b>21</b>

○ Avantage possible ● Avantage assuré

Note : Les informations présentées au tableau 3.4 sont référencées dans les chapitres 2 et 3.

Plus particulièrement, l'écorénovation est à prioriser, car elle facilite l'intégration de l'innovation et de plus de durabilité au parc de logements actuel. Notamment, elle :

- Augmente la durabilité générale du parc de logements en favorisant la réutilisation et la modernisation de l'existant en retardant par le fait même la destruction des bâtiments;
  - Cet avantage consiste en soi en une innovation, considérant que le parc immobilier est vieillissant et que les tendances de mises en chantier stagnent au Québec.

- Les nouvelles constructions sont aussi reportées ou évitées, limitant de cette façon les impacts de leur construction, particulièrement les émissions liées à l'énergie intrinsèque.
- Introduit la nouveauté (matériaux et méthodes durables) dans l'existant (âgé et obsolète);
  - Permettant ainsi à la collectivité de mieux performer sur le plan du développement durable.
- Permet l'application des innovations de l'écoconstruction mentionnées au chapitre 2 dans les bâtiments initialement non durables;
  - Par intérêt des propriétaires ou lorsque les bâtiments nécessitent inévitablement des réparations (multipliant les bénéfices, prolongeant la durée de vie utile du bâtiment et réduisant les impacts engendrés par les travaux).
  - Facilitant le démontage de bâtiment en opposition à la destruction éventuelle et favorisant par le fait même la réutilisation et le recyclage des composantes et des matériaux (en théorie, car très peu d'initiatives vont en ce sens au Québec).
- Permet le remplacement par des matériaux plus durables;
  - Augmentant la durée de vie du bâtiment et améliorant la qualité de vie des occupants.

Pour conclure ce chapitre, la rénovation conventionnelle présente une performance plus élevée que la construction (écoresponsable ou non) sur le plan du développement durable. L'écorénovation amène encore plus d'avantages considérant les innovations actuelles. De plus, selon les tendances québécoises, les nouvelles constructions seront dans les prochaines décennies moins nécessaires pour répondre aux besoins des ménages, soulignant ici l'opportunité d'augmenter la durabilité du parc de logements par la rénovation plutôt que par la démolition et la construction nouvelle. La rénovation n'est toutefois pas l'unique solution. Un bâtiment possède une date de fin de vie. C'est pourquoi il est important d'évaluer les situations en cas par cas à l'aide d'outils d'analyse environnementale tels que l'ACV.

Les pratiques écologiques du bâtiment sont déjà encouragées par toutes les instances gouvernementales notamment par leurs orientations et leurs suites d'actions. Ces dernières seront toutefois insuffisantes à soutenir la transition écologique. Comme mentionné précédemment, le parc immobilier québécois n'a pas été érigé dans le but de favoriser ni de faciliter son utilisation sur le très long terme. En plus de cela, certains freins perdurent et empêchent l'écoconstruction et l'écorénovation de prendre plus d'ampleur.



## **4. FREINS AU DÉVELOPPEMENT DE L'ÉCOCONSTRUCTION AU QUÉBEC**

L'objectif de ce chapitre est de comprendre pourquoi l'écoconstruction et l'écorénovation, qui semblent être des solutions si prometteuses en réponse aux problématiques liées à la durabilité du cadre bâti, peinent à prendre leur essor au Québec. Pour ce faire, les freins au développement qui touchent parfois aussi bien les nouvelles constructions que les travaux de rénovation sont présentés. Ces obstacles au développement incluent le contexte réglementaire et les implications gouvernementales; l'écosystème du secteur de la construction; le manque de connaissances, l'accès à l'expertise et aux capitaux; l'image de l'écoconstruction et la perception des acteurs; la fragmentation des incitations et la vision de rentabilité à court terme; la clientèle ciblée et les forces du marché ainsi que l'avantage concurrentiel et les stratégies de marketing. Parmi ces freins, beaucoup s'entremêlent et se compliquent mutuellement. Ainsi, beaucoup de nœuds difficiles à démêler retardent une réelle transition du marché de l'habitation vers des pratiques plus durables. Aussi, certains de ces obstacles n'ont pas lieu d'être et sont surmontables facilement sur le plan technique.

### **4.1 Contexte réglementaire et implications gouvernementales**

Les premiers freins importants concernent le contexte réglementaire québécois et l'implication gouvernementale. Les intentions en faveur d'une transition écologique du secteur du bâtiment sont présentes dans les politiques et stratégies gouvernementales récentes reflétant la nouvelle hausse de la demande pour des biens immobiliers écologiques et l'opportunité d'atteindre les objectifs de réduction des GES résidant dans le cadre bâti. L'énonciation des orientations gouvernementales en faveur de l'écoconstruction est une étape qui doit impérativement être suivie d'une mise en application intégrée pour que les effets positifs concrets en matière de développement durable se fassent ressentir. Les mesures politiques novatrices ainsi que l'implication et le leadership des gouvernements sont essentiels à la réussite de la transition (CBDCa, 2016). Cependant, dans les faits, les tendances observées démontrent que l'écologisation du parc tarde à se concrétiser à grande échelle. L'écologisation du secteur du bâtiment est une transformation importante de la structure du marché nécessitant une orchestration stratégique.

D'abord, plusieurs paliers d'interventions (gouvernements provinciaux et fédéraux, municipalités, industries, particuliers) sont interpellés par le secteur du bâtiment, ce qui participe à compliquer l'harmonisation des actions. Considérant ce qui précède, la coordination et la cohérence de la réglementation et des politiques gouvernementales liées aux bâtiments sont primordiales. Malgré cela, ce n'est pas ce qui est observé actuellement en Amérique du Nord selon la CCE (2008) qui identifie le manque de coordination et de cohérence des politiques gouvernementales relatives au bâtiment comme étant un frein notable à la transition écologique du secteur du bâtiment. Par exemple, l'interdiction pour une municipalité d'imposer des exigences de rendement surpassant celles fixées par le Code du bâtiment provincial illustre ce manque de cohérence et de coordination (CCE, 2008).

Ensuite, la CCE (2008) identifie l'insuffisance d'investissements dans la recherche comme étant un frein important. En ce qui concerne les dépenses en recherche et développement, l'industrie de la construction arrive au dernier rang au Canada et la productivité de ce secteur souffrant d'un manque d'innovation en est alors négativement affectée (CBDCa et Delphi Group, 2016). L'innovation, les progrès et la réduction des coûts de déploiement des technologies des bâtiments durables sont initiés par la recherche et développement, d'où l'importance de financer cette activité (Comité sénatorial permanent de l'énergie, de l'environnement et des ressources naturelles, 2018). De plus, comme il fut exposé au chapitre précédent, les caractéristiques écologiques ajoutées aux bâtiments permettent souvent des économies et un rendement élevé des investissements, rentabilisant ainsi d'une certaine manière le financement accordé initialement à la recherche. En bref, en théorie, par le financement de projets pilotes, de programmes d'éducation et de recherche et développement, les gouvernements participent à accroître les connaissances, activent la transmission et l'application de technologies écoresponsables et mènent au développement de ressources éducatives et d'outils que les autres acteurs peuvent utiliser par la suite (CCE, 2008).

Toutefois, en pratique, la transmission des technologies et innovations entre la recherche et développement et les entreprises manufacturières est très lente. En plus du manque d'investissements en recherche et développement, les mécanismes de financement et de transmission des innovations au marché de masse peinent à soutenir l'essor de l'écoconstruction. Les équipes de recherche des projets recevant un financement gouvernemental ne sont pas au fait des impératifs de la production en usine tels que les coûts de production et les processus en chaîne. De ce fait, les innovations sont difficilement transférables au secteur manufacturier. (P. Etcheverry, conversation téléphonique, 26 août 2020)

De surcroît, en théorie, les gouvernements détiennent une influence importante dans la modulation du marché par les règlements et programmes gouvernementaux qu'ils établissent. La modernisation des codes du bâtiment en est un exemple. La réglementation et les politiques sont en effet des facteurs clés de la transition écologique du secteur du bâtiment en conduisant :

« à une meilleure information sur le bâtiment écologique, à de meilleurs matériaux écologiques, à une industrie de la construction plus expérimentée et à une intensification des efforts des organisations non gouvernementales, des pouvoirs publics et du secteur financier visant à favoriser le bâtiment écologique » (CCE, 2008).

D'une part, la réglementation et les programmes peuvent prescrire des normes de durabilité sur le plan de la conception et du rendement des bâtiments publics. Si les gouvernements adoptent des politiques de rendement écologique supérieur pour leur parc de bâtiments et s'engagent à une amélioration continue, ils donnent l'exemple et, étant des acteurs d'importance sur le marché, ils créent une nouvelle demande pour des produits et services écologiques et innovants (CCE, 2008). D'ailleurs, depuis quelques années, le parc immobilier fédéral est régi par des normes de durabilité et d'efficacité énergétique ainsi que par des cibles de réductions de GES (Comité sénatorial permanent de l'énergie, de l'environnement et des ressources naturelles, 2018).

D'autre part, la réglementation et les programmes peuvent imposer des normes écologiques à la construction privée notamment par les codes du bâtiment (nationaux ou leurs versions provinciales) promouvant ou exigeant l'adoption de l'écoconstruction (CCE, 2008). Au Canada, le gouvernement fédéral publie des codes modèles quinquennaux, mais ce sont les provinces qui détiennent le pouvoir de réglementation des bâtiments (Ville de Montréal, 2016). Les codes du bâtiment tiennent effectivement une importance stratégique dans l'écologisation du secteur du bâtiment. Par exemple, les codes obsolètes peuvent entraver l'utilisation de matériaux et les stratégies de conception innovante, prescrire inconsciemment des pratiques ayant un fort impact sur le plan environnemental et omettre d'autres pratiques qui seraient, au contraire, préférables en matière de développement durable (CCE, 2008). En fonction des engagements cités au Cadre pancanadien, d'ici 2030, les codes de constructions nationaux actuels seront modifiés afin d'inclure des standards inspirés des bâtiments « prêts à la consommation énergétique nette zéro » et un nouveau code pour les bâtiments existants (Code de rénovation) sera créé (Comité sénatorial permanent de l'énergie, de l'environnement et des ressources naturelles, 2018). Le Code national du bâtiment actuel (version de 2015) présente des exigences en lien avec « la solidité, la sécurité, la salubrité et l'accessibilité », mais aucune exigence spécifiquement orientée conformément à une amélioration de la performance environnementale des bâtiments (Ville de Montréal, 2016). La prochaine version du Code national du bâtiment est prévue pour 2020, reste à voir si les exigences seront modifiées pour améliorer la durabilité des bâtiments.

Cependant, les gouvernements n'ont pas un pouvoir décisionnel absolu dans la rédaction des normes et des codes du bâtiment. Comme le secteur de la construction du Québec est principalement composé de gros joueurs (frein identifié à la section 4.2), le poids financier et les intérêts de ces entreprises entrent en compte. Ce lobby exerce une pression sur les pouvoirs publics et peut ainsi limiter l'essor des innovations de l'écoconstruction. (P. Etcheverry, conversation téléphonique, 26 août 2020)

Ensuite, un autre frein en lien avec le contexte réglementaire persiste au Québec. Les normes d'urbanisme actuelles restreignent la construction de maisons solaires passives et l'architecture bioclimatique. Une fenestration abondante orientée au sud ou au sud-ouest est optimale dans le cadre de ce type de construction. Cependant, les normes d'urbanisme dictent l'orientation des rues, le positionnement des bâtiments sur les lots ainsi que l'apparence des façades, limitant ainsi considérablement la possibilité de construire des bâtiments solaires passifs. Même dans les nouveaux quartiers écologiques, ces principes sont très peu présents, la densité d'habitation étant plutôt le critère décisif. (P. Etcheverry, conversation téléphonique, 28 juillet 2020)

En somme, l'implication gouvernementale et le contexte réglementaire peuvent entraver le développement de l'écoconstruction, mais peuvent aussi, au contraire, soutenir l'écologisation. Voici quelques exemples d'instruments pouvant être mis en place par les gouvernements pour promouvoir l'écologisation du secteur

de la construction publique et privée relativement à l'achat, à la location, à la construction ou à la rénovation de bâtiment :

- Traitement préférentiel pour les promoteurs écologiques par l'octroi facilité de contrats;
- Programmes de réduction de la demande énergétique et de la demande en eau où l'obtention de permis pour les promoteurs est conditionnelle au respect de certaines exigences écologiques;
- Politiques d'achat préférentiel par lesquelles les produits écologiques et innovants sont favorisés;
- Fixation de normes d'efficacité énergétique minimale;
- Programmes d'étiquetage pour les produits et les bâtiments (par exemple ÉnerGuide et ENERGY STAR);
- Programmes de subvention et d'incitations fiscales;
- Financement d'initiatives municipales;
- Financement de projets pilotes exposant les innovations et une haute performance environnementale (CBDCa, 2016; CCE, 2008; Comité sénatorial permanent de l'énergie, de l'environnement et des ressources naturelles, 2018).

Un autre frein important à l'écologisation du secteur de la construction consiste en la place limitée ou inexistante de la rénovation dans les politiques et la réglementation. D'abord, les politiques gouvernementales et les codes de construction visent majoritairement les nouveaux bâtiments, nuisant ainsi à la réutilisation des bâtiments existants (Preservation Green Lab, 2011). En ajout, malgré la mise en œuvre des pratiques et des technologies de l'écoconstruction dans les nouveaux bâtiments, un sous-investissement dans la rénovation de l'existant est observé (CBDCa, 2018). La négligence de l'importance de la rénovation et de la réutilisation de l'existant dans les codes de construction et dans les politiques gouvernementales et l'absence d'un Code de rénovation des bâtiments constituent un frein déterminant à une réelle transition écologique. Déjà en 1993, la SHQ mentionnait ce manque de leadership du gouvernement à prendre position en faveur de la rénovation comme étant un problème important lié à l'organisation et au fonctionnement de l'industrie. À moins qu'il soit historique ou patrimonial, il n'y a pas d'obligation réglementaire à rénover un vieux bâtiment préférentiellement à le détruire pour en construire un plus durable. Cette absence de réglementation jumelée à un manque de programmes et d'incitatifs à la réutilisation entraîne la démolition (Preservation Green Lab, 2011). En effet, les programmes d'aide financière et les certifications, principaux incitatifs à l'écoconstruction, sont plutôt axés sur les nouvelles constructions durables et écoénergétiques (Écohabitation, 2020). Les quartiers urbains plus anciens doivent quand même maintenant se conformer aux nouvelles réglementations sur le plan par exemple d'efficacité énergétique et de zonage. Dans ce contexte, un bâtiment existant ne respectant pas les nouveaux standards est aisément remplaçable par une construction plus haute, plus dense et écoénergétique, synonyme de l'idéal de l'écoconstruction de l'écoquartier moderne. Pourtant, en matière

de durabilité du cadre bâti, la rénovation et l'adaptation des bâtiments existants ne sont pas à négliger. Comme il fut exposé au chapitre précédent, la rénovation consiste très souvent en une option plus favorable sur le plan du développement durable, puisque les bâtiments âgés composent une part considérable du parc immobilier québécois. Selon une approche inspirée de l'ACV, leur substitution générerait somme toute plus d'impacts, même si les constructions de remplacement sont des bâtiments écologiques.

En ce qui concerne le contexte réglementaire touchant plus particulièrement les propriétaires immobiliers publics ou privés, la rénovation peut être désavantagée par la complexité des procédures administratives. Il y a en effet de nombreux règlements à divers niveaux et gérés par des autorités distinctes (APCHQ, 2016a). Les travaux de rénovation doivent entre autres respecter la réglementation urbanistique, le Code de construction du Québec et le Code de sécurité du Québec. Ce frein n'affecte pas seulement les propriétaires et ne concerne pas uniquement les travaux de rénovation. La réglementation ainsi que la lourdeur et la complexité des procédures administratives touchent également les entrepreneurs. Ces derniers peuvent ainsi être découragés par les démarches à entreprendre pour un réel virage vers l'écoconstruction.

L'action gouvernementale reste somme toute limitée sans la participation des autres intervenants du secteur de la construction. L'écosystème du secteur de la construction du Québec ne facilite pas non plus au moment présent la transition écologique.

## **4.2 Écosystème du secteur de la construction**

Un frein au développement de l'écoconstruction touche la structure du secteur de la construction du Québec qui est actuellement caractérisé par un oligopole de grandes entreprises. Ce n'est pas la situation d'oligopole en soi qui constitue le frein, mais plutôt l'importance de l'impact que cette structure porte sur le marché. Effectivement, cette structure entraîne une interdépendance entre les entreprises en situation oligopolistique qui prennent conséquemment des décisions stratégiques. En adoptant un parallélisme délibéré des comportements (ou collusion tacite), ces entreprises peuvent avoir une influence sur les prix, les moyens de production et la qualité, et cela même sans accord ou entente explicites (OCDE, 1993). Ce pouvoir de décision devient donc pertinent dans une perspective d'écoconstruction et de durabilité du cadre bâti. En effet, les choix de l'oligopole affectent le marché et les possibilités d'actions des autres entreprises de moindre importance, qui n'ont d'autre possibilité que de s'adapter à ces décisions pour survivre sur le marché, et ce, surtout à cause de la concurrence (OCDE, 1993). Par exemple, en louant et en achetant des biens immobiliers, les grandes entreprises exercent une influence majeure sur les choix et les pratiques du secteur, pouvant ainsi miner les petites entreprises écologiquement innovantes (CCE, 2008). Aussi, les grandes entreprises modulent les innovations du secteur de l'écoconstruction. En finançant des projets de recherche et développement qui servent leurs intérêts et besoins, les entreprises peuvent limiter l'innovation (P. Etcheverry, conversation téléphonique, 26 août 2020). L'innovation est restreinte surtout, lorsque la

recherche et développement est effectuée dans le but d'améliorer des pratiques qui, au départ, ne sont vraiment pas durables.

Un renversement de la situation pourrait être bénéfique en vue de l'écologisation du secteur de la construction. Dans cette optique, si l'oligopole entreprend un virage vers la durabilité, le marché s'en verra affecté positivement en matière de développement durable. Les grandes entreprises ont un intérêt autre qu'économique pour l'écologisation. Cet intérêt réside dans la réputation et les avantages procurés par l'adoption de pratiques préconisées par des organisations telles que le World Business Council for Sustainable Development (Conseil mondial des entreprises pour le développement durable), le Climate Group et le Sustainable Buildings and Climate Initiative (Initiative Bâtiments durables et Climat) du Programme des Nations Unies pour l'Environnement (CCE, 2008). La réputation et les avantages sont également bonifiés pour une entreprise qui répond aux exigences de reddition de comptes sur la durabilité comme celles établies par la *Global Reporting Initiative* (l'Initiative mondiale pour la reddition de comptes) et le *Carbon Disclosure Project* (CCE, 2008).

De plus, le secteur de la construction regroupe une multitude de corps de métiers spécialisés ne facilitant pas la coordination de ces derniers qu'impliquent les travaux de construction écologique. Le frein en lien avec cette réalité réside dans le cloisonnement traditionnel existant entre les divers acteurs du bâtiment (OMHM, 2010). Dans ces circonstances, les différents corps de métiers travaillent peu avec les autres acteurs spécialisés ou qui interviennent à des étapes de construction distinctes. Cette situation engendre ainsi des pertes en matière de développement durable. Par exemple, une mauvaise organisation peut entraîner la reprise à zéro d'une étape, la mise au rebut de matériaux qui auraient pu être réutilisés ou le non-respect de la géologie et des écosystèmes du site. Aussi, le clivage entre les concepteurs, les modélisateurs et les constructeurs peut occasionner un écart entre la performance prévue et la performance réelle du bâtiment une fois construit. Pour remédier à ce problème, des pénalités sont de plus en plus ajoutées aux contrats des constructeurs. C'est le cas par exemple du promoteur de Dockside Green en Colombie-Britannique qui par son engagement devait payer à la ville une pénalité d'un dollar par pied carré pour la superficie des bâtiments n'obtenant pas la certification LEED (CBDCa et Delphi Group, 2016). Les promoteurs et les entreprises de construction jouent en effet un rôle important dans l'écologisation du parc de logements, mais ils n'ont pas pour le moment tous les outils nécessaires assurant une transition réussie.

#### **4.3 Manque de connaissances, accès à l'expertise et aux capitaux**

L'écoconstruction est complexe et diversifiée. Il n'existe pas qu'une seule manière d'arriver à un bâtiment écologique et les spécificités locales de chaque projet doivent être prises en considération. Les informations concernant les techniques et les technologies innovantes de l'écoconstruction ne sont pas largement diffusées. Il faut un minimum de connaissances avant d'entamer des travaux de construction ou de rénovation écologique. Le manque de connaissances et l'accès à l'expertise sont identifiés comme freins

au déploiement de l'écoconstruction au Québec (CBDCa et Delphi Group, 2016; CCE, 2008). Ces freins affectent aussi bien les professionnels que les particuliers effectuant eux-mêmes des travaux.

#### **4.3.1 Professionnels de la construction et de l'immobilier**

Les acteurs œuvrant dans le secteur du bâtiment (concepteurs, ingénieurs, professionnels de la construction, promoteurs, investisseurs, spécialistes en évaluation et en financement immobilier) vivent déjà une transition vers des pratiques plus durables. L'écoconstruction connaissant une popularité grandissante, certaines entreprises se sont spécialisées et offrent maintenant des services orientés entre autres vers l'obtention de certifications. L'écoconstruction et l'écორénovation demandent en effet une expertise professionnelle et une main-d'œuvre spécialisée d'une part, car les codes du bâtiment et les technologies se complexifient et, d'autre part, car l'approche systémique prônée par l'industrie du bâtiment durable implique des rôles interdisciplinaires (CBDCa et Delphi Group, 2016). Ce constat mène alors aux freins liés au manque de connaissances professionnelles et à l'accès à l'expertise pour les entreprises et la main-d'œuvre du secteur de la construction.

D'abord, les professionnels ont tendance à maintenir le statu quo en raison des risques et des incertitudes ainsi qu'en raison de leur manque de connaissances reliées à la conception, au fonctionnement et aux possibilités qu'offrent les bâtiments durables (CCE, 2008). Ne comprenant pas justement les avantages et la faisabilité, les professionnels souffrent donc d'un manque de sensibilisation et d'incitatifs à entreprendre une transition vers des pratiques plus durables. Pour y arriver, ils nécessitent de nouveaux outils et de nouvelles compétences, mais aussi de nouvelles ressources financières et techniques.

Les leaders du marché, les gouvernements et le secteur privé, étant moins limités par les obstacles financiers, peuvent participer à développer une expertise en prouvant les arguments économiques en faveur des écoconstructions. Il y a d'ailleurs un écart entre les leaders du marché ayant commencé à incorporer les principes de l'écoconstruction et les autres acteurs de l'industrie du bâtiment (CBDCa et Delphi Group, 2016). Pour initier la transition des autres acteurs de l'industrie du bâtiment, le CBDCa et le Delphi Group (2016) proposent l'adoption de politiques basées sur une approche « de la carotte et du bâton » c'est-à-dire, des politiques qui renforcent d'une part les incitatifs et d'autre part les exigences réglementaires.

De plus, l'accès laborieux au financement pour les projets écologiques, surtout dans le cas de rénovations, complique l'acquisition d'une expertise. Les promoteurs et les investisseurs ne sont pas confiants à fournir du financement pour des projets d'écoconstruction du fait qu'il n'existe pas d'approche normalisée ou de lignes directrices leur permettant d'évaluer les risques et les résultats escomptés (CaGBC, 2019). Ainsi, il est difficile d'assurer que les objectifs déclarés (en matière de réduction carbone ou d'efficacité énergétique) seront atteints et que les caractéristiques écologiques représentent réellement une valeur d'investissement additionnelle (CaGBC, 2019; CCE, 2008). Plus de transparence des données et des résultats mesurables sur la performance des bâtiments et sur la réussite des projets écologiques contribueraient à hausser la

confiance du marché, favoriseraient la demande et consolideraient l'écologisation des pratiques des entreprises (CBDCa, 2018). La transparence et la quantifiabilité des données de projets de rénovation écologiques sont également identifiées comme essentielles afin de prouver la rentabilité et les avantages de ces travaux (Écohabitation, 2020). Puis, le développement de l'expertise participerait à la normalisation des technologies et des pratiques et encouragerait notamment l'adoption de normes de durabilité plus strictes développant ainsi à plus grande échelle l'écoconstruction et l'écorénovation (CBDCa, 2018; CaGBC, 2019).

Ensuite, l'écologisation doit être soutenue par la formation et la mise à niveaux des compétences du bassin de travailleurs et de travailleuses. La pénurie de main-d'œuvre qualifiée et le manque de formations axées sur l'écoconstruction et l'apprentissage continu sont identifiés comme étant des freins majeurs considérant l'expansion rapide de l'industrie de la construction durable (CBDCa et Delphi Group, 2016). D'ici 2027, l'Association canadienne des constructeurs d'habitations anticipe le départ de 122 100 travailleurs et travailleuses, et ce, uniquement dans le secteur résidentiel (CaGBC, 2019). Dans cette optique, et en raison de la demande croissante pour les écoconstructions, une problématique connexe émerge. Profitant de cette conjoncture, des entreprises, des travailleurs et des travailleuses inexpérimentés et non qualifiés pourraient offrir leurs services sur le marché du bâtiment écologique pour percevoir des compensations plus élevées (CCE, 2008). Avec l'aide des gouvernements, les prestataires d'éducation et de formation doivent inclure les pratiques de l'écoconstruction aux cheminements académiques et développer de nouveaux programmes et titres de compétences (CBDCa, 2018). Mais tout cela est insuffisant si la participation n'est pas au rendez-vous. À cet effet, le CBDCa (2019) affirme la présence d'un écart entre l'offre de formations et la participation effective. De plus, la main-d'œuvre active sur le marché du travail n'est pas incitée à retourner aux études dans le but de se perfectionner sur les nouvelles pratiques en écoconstruction, car uniquement le travail est rémunéré. C'est pourquoi le CBDCa recommande au gouvernement fédéral d'investir 20 M\$ sur deux ans afin de développer la main-d'œuvre et les formations en bâtiments à faible empreinte carbone (CaGBC, 2019).

#### **4.3.2 Particuliers et propriétaires**

Puis, le manque de connaissances et l'accès à l'expertise sont également problématiques dans le cas de constructions ou de rénovations réalisées par les particuliers. Le manque de connaissances et de sensibilisation de la population générale est d'ailleurs identifié comme un obstacle au développement de l'écoconstruction (Desrosiers et Tosser, 2014; Dodge Data & Analytics, 2016). Par exemple, une personne propriétaire désirant effectuer des travaux écologiques sélectionne un écomatériau en pensant faire le meilleur choix, mais un autre matériau aurait été bénéfique si le cycle de vie avait été analysé. Pour faire des choix favorables sur le plan du développement durable, les acteurs, les propriétaires et la population générale, tout comme les professionnels spécialisés de la construction et de l'immobilier, ont besoin d'une image claire des avantages motivants et au-delà des économies d'énergie que peut apporter



l'écoconstruction. Des programmes de sensibilisation à grande échelle pourraient améliorer cette situation en offrant plus d'informations concernant les bâtiments écologiques, leurs bénéfices et les défis qu'ils imposent. Aussi, à moins de désirer réduire leur impact écologique, les propriétaires qui construisent ou rénovent une habitation ne chercheront pas à développer une expertise en pratiques plus durables, rien ne les y oblige. Les programmes d'aide financière consistent en de bons incitatifs, mais touchent certains travaux et sont uniquement sur une base volontaire. Puis, ceux et celles qui veulent effectuer des travaux d'écoconstruction ou d'écorénovation sont parfois découragés à suivre cette voie en raison de la perception qu'ils en ont.

#### **4.4 Image de l'écoconstruction : perception des acteurs**

Certains acteurs ont une image erronée de l'écoconstruction notamment en raison de leur manque de connaissances exactes, poussées et quantifiables concernant entre autres les impacts et les aspects des bâtiments durables. Les obstacles relatifs à la perception de l'écoconstruction et de l'écorénovation les plus souvent mentionnés sont les incertitudes ainsi que la perception de risques élevés et de surcouts.

##### **4.4.1 Incertitudes et risques**

La perception d'incertitudes et de risques plus élevés en lien avec les bâtiments écologiques est un frein qui persiste au Québec et retarde l'écologisation des pratiques. La perception d'incertitudes participe à la perception de risques plus importants, notamment sur le plan financier.

D'abord, il existe de l'incertitude relative aux coûts engendrés et aux avantages économiques procurés. Malgré les recherches soutenant les avantages financiers de l'écoconstruction, ces derniers ne sont pas encore reconnus entièrement par le secteur de l'immobilier et de la construction ce qui fait en sorte que le bâtiment écologique ne devient pas la norme sur le marché (CCE, 2008). Outre l'aspect économique, il existe des incertitudes en lien avec la technicité des bâtiments écologiques. Les incertitudes concernent la fiabilité des technologies de l'écoconstruction et le rendement de ces bâtiments à travers le temps (CCE, 2008). Les inquiétudes touchant l'ampleur des travaux en ce qui a trait notamment à la complexité, au respect des délais et aux défauts de fabrication sont mentionnées comme étant un facteur dissuasif à entreprendre des travaux écologiques (Desrosiers et Tosser, 2014). Ces incertitudes sont encore plus présentes dans le cas de la rénovation ou de l'écorénovation. Écologiques ou non, les travaux de rénovation sont considérés comme plus risqués que la construction neuve en raison du facteur d'imprévisibilité qu'ils comportent (Preservation Green Lab, 2011). Un bâtiment est donc souvent démolí plutôt que rénové, malgré le fait que les rénovations auraient probablement été moins coûteuses et plus rentables sur le long terme.

Les incertitudes perçues augmentent la perception de risques potentiels concernant la transition vers des pratiques plus durables. Les risques sont généralement pécuniaires. Pour les entreprises et les promoteurs de construction conventionnelle par exemple, l'écologisation des pratiques peut impliquer l'adoption de

processus de conception intégrée et un changement des fournisseurs de services et de matériaux (CCE, 2008). Les compagnies de construction qui n'ont pas été pensées initialement pour proposer de l'écoconstruction doivent effectuer des changements drastiques, et ce, à tous les niveaux pour réellement intégrer les innovations à leurs pratiques et à leurs offres de produits et de services (P. Etcheverry, conversation téléphonique, 28 juillet 2020). Et plus une compagnie a de l'ampleur, plus sa transition est compliquée (P. Etcheverry, conversation téléphonique, 28 juillet 2020). En effet, ces modifications radicales sont risquées pour une entreprise, considérant qu'elles rendent précaire l'assurance de construire à cout comparable, de percevoir des profits et d'être rentables. Ces changements affectent ainsi également la compétitivité et la continuation sur le marché. Par conséquent, aucune entreprise de la construction conventionnelle ne veut faire les frais de l'innovation, car les changements à effectuer sont radicaux. Les seules innovations qui sont prises en considération ne modifient généralement pas les techniques ni les habitudes, ou très peu (P. Etcheverry, conversation téléphonique, 28 juillet 2020). L'importance des changements à effectuer pour concrètement pratiquer l'écoconstruction pousse les entreprises à retarder leur adaptation, surtout dans la situation actuelle où elles n'ont pas d'obligation à le faire. Toutefois, si un jour la transition est obligatoire, beaucoup d'entreprises n'étant pas aptes à réaliser les changements nécessaires risquent de quitter le marché. Alors, le marché de l'écoconstruction sera plutôt constitué d'entreprises émergentes (P. Etcheverry, conversation téléphonique, 28 juillet 2020).

En bref, la perception d'incertitudes limite la prise de risques dans les décisions et justifie le maintien du statu quo. Si cette situation se perpétue, l'écologisation des pratiques des entreprises de la construction n'aura jamais lieu.

#### **4.4.2 Perception de surcouts**

Un autre obstacle réside dans la perception des couts. D'après l'étude de marché sur l'habitation écologique au Québec réalisée pour Écohabitation, le cout trop élevé des travaux est le facteur dissuasif le plus important (43 %) lorsqu'il est question d'entreprendre des travaux écologiques (Desrosiers et Tosser, 2014). L'étude de portée internationale de Dodge Data and Analytics (2016) place également la perception de surcouts au premier rang des facteurs limitant le développement de l'écoconstruction. Toutefois, selon l'étude, cette barrière a connu une décroissance depuis 2008 (Dodge Data and Analytics, 2016). Compte tenu de la persistance de l'obstacle de la perception de surcouts, au courant des dernières décennies, plusieurs études se sont penchées sur les couts réels de l'écoconstruction. Selon l'étude de marché sur l'habitation écologique au Québec, 39 % des personnes répondantes du grand public évaluent les surcouts d'une habitation écologique (comparativement à une habitation traditionnelle) à plus de 11 %, tandis que 66 % des entrepreneurs affirment que les surcouts se situent plutôt entre 2 % et 5 % (Desrosiers et Tosser, 2014). D'après le rapport *The Costs and Financial Benefits of Green Buildings*, le surcout initial est également estimé à environ 2 %, nettement moins que ce qui est généralement perçu (Kats, 2003). De plus, ces études ont analysé des bâtiments atteignant des standards de certifications et les surcouts sont

tout de même minimales. Considérant qu'un bâtiment n'a pas besoin de s'élever à ces standards pour avoir un impact positif sur le plan de la durabilité, ces études proposent des constats encourageants. Il y a donc des surcouts réels à l'écoconstruction. D'abord, l'amélioration des milieux de vie apportée par les écoconstructions et les écoquartiers peut nuire à l'abordabilité en créant une pression sur les loyers et sur les prix fonciers. Ensuite, les couts plus élevés sont généralement associés aux technologies et aux pratiques performantes et innovantes. Il est toutefois difficile de déterminer les couts exacts de l'écoconstruction, car trop de facteurs entrent en compte et, car les couts connus font état d'un seul bâtiment (conventionnel ou durable) et non de ses scénarios alternatifs permettant une réelle comparaison financière (Kats, 2003). En ajout, il y a peu de partage d'informations de la part des particuliers qui construisent des maisons écologiques. Le manque de précédents complique le calcul de la valeur actuelle de l'écoconstruction sur le marché (Solution ERA, 2018). Parallèlement, sur le marché canadien, au courant des dernières années, le cout supplémentaire relié à l'offre d'écoconstruction a nettement diminué et certaines entreprises de construction expérimentées sont maintenant en mesure de vendre des constructions écologiques à prix équivalent à celui des constructions classiques (CCE, 2008).

Il est alors intéressant de réfléchir aux raisons et aux fondements de la continuité des surcouts liés à l'écoconstruction. En premier lieu, la perception de surcouts est véhiculée surtout par les entreprises du domaine de la construction. Il n'est pas faux d'affirmer que les produits et les services de l'écoconstruction sont affichés à prix supérieur sur le marché. Comme les entreprises veulent vendre de l'écoconstruction, elles se doivent d'innover et transfèrent donc le cout de l'innovation aux consommateurs pour éviter la perte de profits. Par définition, l'écoconstruction rationalise les modèles conventionnels d'habitation. Pour être durables et efficients, les modèles offerts sont alors de plus petite superficie, moins de matériaux sont utilisés et les matériaux employés subissent moins de transformations. Pour ces raisons, les modèles d'écoconstruction devraient coûter moins cher que les modèles d'habitation conventionnelle. Ce n'est pourtant pas le cas, car le besoin restreint en main-d'œuvre et en matériaux entraîne une réduction de la marge de profit des entreprises. Comme une grande partie des prix de construction dépend des matériaux, les entreprises ne souhaitent pas innover et diminuer la quantité de matériaux utilisés. Cette réalité est aussi transposable aux entrepreneurs et aux différents corps de métier. Ces derniers ne souhaitent pas participer à des projets d'écoconstruction pour ces mêmes raisons. En second lieu, la perception de surcouts provient également des façons de faire du domaine de la construction. Comme les changements drastiques qu'implique l'innovation sont compliqués et coûteux, les entreprises n'appliquent que quelques modifications plus ou moins innovantes à leurs pratiques. Par exemple, une entreprise qui compare par une analyse des couts l'utilisation d'un matériau et de son homologue écoresponsable, mais ne modifie aucun autre paramètre tel que la technique de pose peut inférer que l'écomatériau est plus dispendieux. Ainsi, cette conclusion justifie d'augmenter le prix chargé aux consommateurs pour l'utilisation de l'écomatériau lors des projets de construction. (P. Etcheverry, conversation téléphonique, 28 juillet 2020)

Compte tenu de ces circonstances, est-il tout de même possible d'écoconstruire à cout abordable ? Considérant qu'une écoconstruction n'est pas un modèle fixe, il reste envisageable d'ajouter des

caractéristiques écologiques à un bâtiment à cout abordable. L'écoconstruction est aussi une question de choix et de préférences (Écohabitation, 2018). Certains systèmes et certaines technologies sont couteux et sont rentables seulement après plusieurs décennies (Écohabitation, 2017). Cependant, un bâtiment peut être écologique sans nécessairement exploiter ces technologies. Dans cette perspective, en ciblant les aspects sur lesquels portent les investissements, des travaux d'écoconstruction ou d'écორénovation peuvent être réalisés à un cout équivalent à celui de travaux classiques (Écohabitation, 2017; Écohabitation, 2018). De surcroit, plusieurs caractéristiques écologiques des bâtiments n'apportent aucun surcout comparativement à une construction traditionnelle. C'est le cas par exemple d'une fenestration abondante orientée au sud qui permet notamment de profiter des gains thermiques du soleil et de réduire la consommation énergétique.

De plus, les surcouts engendrés par le recours à des pratiques et à des technologies durables innovantes sont généralement largement compensés par les avantages financiers procurés sur l'ensemble du cycle de vie du bâtiment (CCE, 2008). En tenant en compte le cycle de vie, les couts d'exploitation reliés à la phase d'utilisation sont aussi importants à considérer que les couts de construction initiaux, car ils représentent 70 % à 80 % des couts totaux déboursés au courant de la vie utile du bâtiment (CCE, 2008). D'après Kats (2003), un investissement initial minimal (2 % des couts totaux de construction) produit généralement des économies dix fois supérieures au montant investi lorsque tout le cycle de vie du bâtiment est analysé. Cela est sans compter tous les autres avantages qui ne sont pas quantifiés monétairement, par exemple la qualité de vie. La rentabilisation des investissements en écoconstruction peut s'effectuer grâce aux économies d'énergie. La rentabilité est de même affectée par le choix de matériaux. Par exemple, en sélectionnant un matériau dont le prix est plus élevé, mais dont la durée de vie est accrue, le cout des remplacements engendrés par l'utilisation d'un matériau initialement moins couteux et moins durable est évité (et les déchets additionnels aussi) (Écohabitation, 2017).

Le CBDCa (2019) est également d'avis que la construction de bâtiment zéro carbone est actuellement viable financièrement et le deviendra encore plus dans la perspective où le cout du carbone connaîtra une inflation dans le futur. Au fait, le cout de la non-adoption d'une approche de construction basée sur le zéro carbone augmente tous les jours. Effectivement, les bâtiments érigés aujourd'hui sans considérations environnementales nécessiteront éventuellement des modifications couteuses dans l'optique de réduire leurs émissions de GES. Afin de réussir à atteindre les objectifs gouvernementaux de réduction, ces modifications devront être réalisées avant la période normale de remise à niveau ou d'entretien du bâtiment (CaGBC, 2019).

Il y a donc souvent de réels surcouts à l'écoconstruction et à l'écórénovation, même si ces couts peuvent être négligeables et compensés sur le cycle de vie des bâtiments. Le véritable problème de la perception des surcouts est leur origine qui n'est pas à tout coup justifiée et cela va à l'encontre d'une réelle intégration du développement durable au cadre bâti. Aux surcouts réels et perçus s'ajoute un frein complémentaire, celui de la fragmentation des incitations et de la vision de rentabilité basée sur le court terme.

#### **4.5 Fragmentation des incitations et vision de rentabilité à court terme**

Dans le contexte des politiques, des structures commerciales et des régimes fonciers actuellement en place, la dissociation des budgets d'immobilisation et d'exploitation des bâtiments est problématique pour le développement de l'écoconstruction. Cette dissociation empêche la compensation des coûts initiaux plus élevés des projets écologiques par les économies réalisées sur le cycle de vie (CCE, 2008). Lorsque les budgets d'immobilisation et d'exploitation sont séparés, la personne qui assume les coûts des caractéristiques écologiques n'est pas la bénéficiaire des avantages procurés par ces dernières. Il y a ainsi une fragmentation des incitations (CCE, 2008). Il est à ce moment-là impossible de considérer la rentabilité des projets prouvée par analyse comme étant un facteur incitant l'écoconstruction (Dodge Data & Analytics, 2016). Par exemple, à moins qu'il puisse en retirer un gain financier par la hausse du prix de vente, un promoteur n'est pas incité à payer pour ajouter des caractéristiques écologiques au bâtiment, car les avantages tributaires de ces dernières seront ressentis par les futurs propriétaires (CCE, 2008). Cette situation est souvent observée dans le cas des bâtiments commerciaux, des bâtiments déjà construits ou non habités par les propriétaires ainsi que dans le cas de nouvelles constructions résidentielles où les propriétaires préfèrent un retour rapide sur investissements (CCE, 2008).

L'obstacle de la fragmentation des incitations est lié à une vision de rentabilité prônant un retour à court terme plutôt qu'à long terme. La rentabilité à long terme est plus prometteuse dans le cas des bâtiments écologiques, mais cela ne motive pas les entreprises et les promoteurs à amorcer un virage écoresponsable. Le choix du moindre coût en capital initial est une réalité véhiculée également par leurs clients (Comité sénatorial permanent de l'énergie, de l'environnement et des ressources naturelles, 2018). De plus, les entreprises et les institutions visent généralement un retour sur investissement inférieur à dix ans, tandis que l'amortissement des coûts des bâtiments possédant une haute performance environnementale s'effectue plutôt sur une période de vingt-cinq ans minimalement (Lefebvre, 2019).

Dans le cas de la rénovation, les propriétaires ont plus d'incitatifs à réaliser des travaux écoresponsables, mais uniquement dans les logements qu'ils occupent, car ils tireront profit des avantages procurés sur le long terme. Concernant les logements locatifs, l'écორénovation peut apporter un avantage financier par la perception d'un loyer plus élevé. Néanmoins, les tendances actuelles du parc de logements locatifs illustrent un besoin en logements dont les loyers sont plus abordables (APCHQ, 2019). Il y a donc peu d'incitatifs à écorénover les logements locatifs.

#### **4.6 Clientèle ciblée et forces du marché**

La perception que l'écoconstruction est uniquement destinée aux projets haut de gamme est un frein au développement de l'écoconstruction qui a perdu de l'importance au cours des dernières années. L'importance de l'obstacle est passée de 28 % en 2008 à 10 % en 2015 (Dodge Data & Analytics, 2016). Toutefois, les nouvelles écoconstructions ne sont généralement pas qualifiées comme étant abordables et accessibles à tous. Les nouvelles écoconstructions, notamment celles certifiées, représentent un marché

de niche haut de gamme. Effectivement, l'écoconstruction occupe une part très étroite du marché de l'habitation offrant aux consommateurs des produits et des services très spécialisés. Certaines technologies de l'écoconstruction sont très peu abordables pour le consommateur moyen. Dans une niche de marché, les produits et les services peuvent être offerts à des prix élevés et cela ne limite pas l'achat, car ils sont très spécifiques (Définitions Marketing, s. d.). Cela explique en partie pourquoi les écoconstructions privées sont peu communes et sont composées de cas isolés dans le marché résidentiel québécois.

En ajout, l'écoconstruction au Québec n'échappe pas aux forces du marché. La tendance observée actuellement dans le secteur de l'habitation est le maintien du statu quo en raison des freins de l'écologisation identifiés entre autres dans le cadre de ce travail. Le manque de connaissances et la perception de coûts plus élevés juxtaposés à la réalité de niche de marché de l'écoconstruction participent à la stagnation de la demande en bâtiments durables. Le manque de demande pour l'écoconstruction constaté sur le marché est attribuable à l'image, mais surtout, à la dynamique de l'offre et de la demande (Dodge Data & Analytics, 2016). Le frein principal à l'essor de l'écoconstruction en lien avec les forces du marché n'est pas le manque de demande, la demande est présente. En revanche, l'offre qui découle d'un manque de volonté à être développée reste faible (P. Etcheverry, conversation téléphonique, 28 juillet 2020). Considérant les innovations, les technologies et les connaissances en écoconstruction actuellement disponibles au Québec, le développement de l'offre en produits et en services en lien avec les bâtiments durables devrait suivre une progression beaucoup plus rapide (P. Etcheverry, conversation téléphonique, 28 juillet 2020). Le manque de volonté à développer l'offre est notamment occasionné par la difficulté (ou l'impossibilité) d'adaptation des entreprises qu'implique une réelle intégration des innovations de l'écoconstruction (frein précédemment identifié à la section 4.4.1). Les entreprises existantes n'ont donc pas d'intérêt à ce qu'il y ait plus d'offre en écoconstruction (P. Etcheverry, conversation téléphonique, 28 juillet 2020). Cette dernière ne provient alors que des nouvelles entreprises réfléchies et fondées à la base pour intégrer des principes de durabilité. Ces nouvelles entreprises proposent conséquemment des produits et des services spécifiques qui reflètent une performance environnementale accrue et cela participe à la préservation de la niche de marché que constitue l'écoconstruction. De plus, le maintien d'une offre faible fait en sorte qu'il y a peu de standardisation, peu de compétition entre les entreprises et pas d'économies d'échelle, contribuant dans ces conditions au maintien des prix élevés de l'écoconstruction sur le marché (frein identifié à la section 4.4.2) (P. Etcheverry, conversation téléphonique, 28 juillet 2020). En somme, la dynamique offre-demande de l'écoconstruction est prise dans un cercle vicieux. La faible offre en bâtiments durables de la part des entreprises de construction est justifiée par l'état de la demande, le développement de celle-ci étant freiné par l'offre actuelle. L'offre limitée ne participe pas à créer un intérêt chez les consommateurs et ainsi la situation perdure et l'écoconstruction ne prend pas l'ampleur qu'elle pourrait avoir sur le marché (Vachon, 2018).

En ajout, les forces du marché incitent plus fréquemment la démolition des bâtiments et la construction nouvelle au détriment de la rénovation de l'existant. Pour le développement urbain, la maximisation du potentiel d'utilisation des sites est prônée. Les bâtiments existants peuvent consister en un obstacle à

l'utilisation optimale et rentable des sites. De plus, souvent les coûts environnementaux des activités de construction et de démolition sont externes aux contrats des promoteurs et des constructeurs ainsi qu'aux analyses de rentabilité et de valeur des projets. De cette manière, les promoteurs recherchent des terrains à exploiter au préjudice des bâtiments à rénover. Dans les circonstances actuelles, la transition vers une écologisation du secteur du bâtiment est entravée par la faible importance accordée à la rénovation de l'existant. (Preservation Green Lab, 2011)

#### 4.7 **Avantage concurrentiel et stratégies de marketing des entreprises, des produits et des services écologiques**

D'abord, un frein au développement de l'écoconstruction et à l'écologisation du secteur de la construction réside dans l'avantage concurrentiel des produits et des entreprises écologiques. La notion d'avantage concurrentiel fait référence à ce qu'offre une entreprise qui lui permet d'avoir un avantage relativement à ses concurrents sur le marché (Banque de développement du Canada, s. d.). Les trois principales catégories d'avantage concurrentiel sont présentées au tableau 4.1.

**Tableau 4.1** **Catégories d'avantage concurrentiel** (inspiré de : Banque de développement du Canada, s. d.)

Catégories d'avantage	Situation
Avantage de coût	Une entreprise offre un produit ou un service qu'elle produit à un coût moindre comparativement à ses concurrents.
Avantage de l'offre	Une entreprise offre un produit très différencié et prisé des consommateurs.
Avantage de créneau (ou niche)	Une entreprise domine ses concurrents sur un segment de marché précis.

Dans le secteur du bâtiment durable, ce sont surtout l'avantage de l'offre et l'avantage de créneau qui sont observés. Les produits écologiques se distinguent sur le marché, ils possèdent un avantage sur le plan de la concurrence. Ainsi, souvent, les produits écologiques sont plus dispendieux que leurs homologues conventionnels uniquement grâce à leur caractère écoresponsable, et cela, même si leur production implique de moindres coûts. Selon une logique commerciale, par sa simple existence, un avantage concurrentiel donne la liberté à l'entreprise d'augmenter le prix de vente du produit ou du service détenant cet avantage (P. Etcheverry, conversation téléphonique, 28 juillet 2020). Par exemple, l'avantage concurrentiel d'un produit écologique peut découler des avantages de son utilisation tels que la possibilité d'obtenir des points pour une certification, une faible toxicité ou une longue durée de vie. Cependant, les produits de l'écoconstruction sont parfois moins coûteux à produire que leurs homologues conventionnels, du fait par exemple qu'ils sont susceptibles d'être produits par des chaînes plus simples et qu'ils nécessitent moins de processus de transformation. Ils offrent ainsi potentiellement une plus grande marge de profit pour les entreprises productrices (P. Etcheverry, conversation téléphonique, 28 juillet 2020). Les coûts plus

élevés des produits et des services écologiques représentent un frein au déploiement de l'écoconstruction, l'intégration du développement durable exigeant aussi la prise en compte de l'abordabilité.

De plus, au sujet de la concurrence sur le marché, le fait de détenir un avantage concurrentiel rend les entreprises réticentes à partager leurs connaissances relatives aux pratiques et aux technologies de l'écoconstruction (Vachon, 2018). À l'échelle mondiale, les pratiques innovantes sont peu partagées, elles sont plutôt dissimulées derrière des droits d'auteur et des brevets empêchant leur transmission au-delà de l'échelle du projet ou de l'entreprise (Retrofit Canada, 2019). En voulant se démarquer des concurrents sur le marché, les entreprises nuisent au développement des connaissances et de l'expertise pouvant potentiellement aboutir à une amélioration de l'abordabilité des technologies et des pratiques de l'écoconstruction (Vachon, 2018). Le frein de l'avantage concurrentiel est donc ainsi en lien avec le frein de l'accès à l'expertise (section 4.3).

Puis, un autre frein en lien avec le marketing des entreprises, des produits et des services est observé. Comme l'écoconstruction gagne en popularité, certaines entreprises décèlent une opportunité commerciale et décident de vendre des produits et des services soi-disant écoresponsables, mais qui ne le sont pas véritablement. Il est alors question de verdissement d'image ou d'écoblanchiment. Cela est problématique dans le sens où les acteurs désirant faire de meilleurs choix sur le plan de la durabilité sont induits en erreur. Ainsi, la volonté d'écologiser est présente, mais l'action ne porte pas des résultats réellement performants. Les certifications reconnues restent un bon moyen d'identifier les produits et les services authentiquement écoresponsables. Mais participent-elles au même moment au maintien de leur avantage concurrentiel justifiant leur surcout ?

En conclusion de ce chapitre, l'écorénovation partage plusieurs obstacles avec l'écoconstruction. Aussi, les obstacles à l'essor de l'écoconstruction sur le marché québécois de l'habitation sont diversifiés et transdisciplinaires. Certains s'influencent et impliquent de nombreux et divers acteurs multipliant la difficulté d'écologiser l'industrie de la construction. Une analyse intégrée plus poussée des freins est nécessaire à assurer la réussite de la transition écologique du Québec. De plus, certains freins sont présents pour les mauvaises raisons. D'une part, ils vont à l'encontre des principes de la *Loi sur le développement durable*, de la volonté exprimée des organes gouvernementaux et des actions prises en faveur d'une augmentation de la durabilité. D'autre part, ces freins ne devraient pas exister compte tenu du niveau des connaissances ainsi que des innovations et des technologies disponibles qui font en sorte que sur le plan technique, ils sont surmontables. En considération des freins, mais également du contexte, des conditions et des circonstances actuelles, la rénovation écologique peut participer à la transition écologique du Québec. Pour y arriver, certaines innovations doivent être mises de l'avant.



## **5. ANALYSE DE L'INTÉGRATION DES INNOVATIONS PAR LA RÉNOVATION ÉCOLOGIQUE**

Les chapitres 1 à 4 ont largement brossé le portrait de l'écoconstruction dans le contexte québécois. L'état du parc immobilier et les impacts relatifs au cycle de vie des bâtiments ont d'abord fait état de la problématique de la non-intégration du développement durable au cadre bâti. Ensuite, les tendances, les avantages et les freins au développement de l'écoconstruction et de l'écorénovation ont été abordés. Sur la base de cette revue de la littérature qui consistait en une étape d'acquisition des connaissances, une analyse est maintenant nécessaire afin de répondre à l'objectif général de cet essai qui est d'évaluer le potentiel du secteur de la rénovation écologique à participer à la transition écologique du Québec. En vue d'évaluer le potentiel de l'écorénovation, les étapes ci-dessous sont suivies :

- 1) Déterminer les critères clés de la transition écologique du secteur du bâtiment
- 2) Déterminer les innovations à intégrer prioritairement à l'industrie de la construction résidentielle dans le but d'améliorer la durabilité du parc de logements québécois
- 3) Déterminer les scénarios à prioriser en vue de l'intégration des critères clés et des innovations identifiées aux étapes précédentes
- 4) Évaluer l'applicabilité dans le contexte québécois

Comme les innovations et les scénarios visent une intégration du développement durable, le plus grand nombre d'enjeux y étant connexes sont pris en considération dans l'analyse. Le développement durable étant un concept complexe, englobant et qui évolue avec le temps ou en fonction des objectifs, l'analyse est réalisée au meilleur des connaissances acquises par les recherches. Les sources diversifiées et de qualité qui ont été consultées pour la rédaction des chapitres 1 à 4 et pour évaluer l'intégration du développement durable soutiennent la rigueur de l'analyse.

Les sections qui suivent présentent donc les étapes méthodologiques, la méthode d'analyse retenue, la sélection des paramètres de l'analyse puis les résultats et leur interprétation.

### **5.1 Étapes méthodologiques**

La première grande étape qui constituait à caractériser et à contextualiser l'écoconstruction au Québec a été réalisée préalablement à ce chapitre. Cette étape a spécifiquement ciblé des sources répondant aux besoins de l'analyse. La portée de la recherche d'information et la portée de l'analyse sont exposées au tableau 5.1.

**Tableau 5.1 Portée de la recherche d'information et de l'analyse**

Type de limites	Pour la recherche d'information	Pour l'analyse
Limites géographiques	Amérique du Nord privilégiée Sources de provenance internationale consultées en fonction de l'utilité de leur contenu	Québec
Limites temporelles	Date de publication subséquente à 2000 (sauf pour les tendances historiques)	2020 (état actuel du parc de logements)
Limites opérationnelles (étapes du cycle de vie)	Toutes les étapes du cycle de vie du parc de logements et du bâtiment	Toutes les étapes du cycle de vie du bâtiment (voir la figure 1.2)

Les étapes méthodologiques ultérieures à l'acquisition des connaissances et qui sont poursuivies dans ce chapitre sont les suivantes :

- Sélection de la méthode d'analyse
- Sélection des critères et des sous-critères (paramètres d'évaluation)
- Sélection des alternatives (innovations, critères et scénarios répondant à l'objectif d'améliorer la durabilité du parc de logements québécois)
- Pondération des critères et des sous-critères
- Production de résultats à l'aide d'un logiciel
- Interprétation des résultats
- Évaluation de l'applicabilité au Québec

Ces étapes mèneront subséquemment à la formulation de recommandations (chapitre 6).

## **5.2 Présentation de la méthode d'analyse**

Afin de répondre aux objectifs de cet essai, l'analyse hiérarchique des procédés (AHP) a été sélectionnée en tant que méthode d'analyse. L'AHP est une méthode d'aide à la décision de type multicritère. Elle fut développée par le mathématicien Thomas Saaty dans les années 1980. Cette méthode se base sur les principes fondamentaux suivants : la structuration hiérarchique des éléments, la structuration des priorités (par la comparaison binaire) et la cohérence logique. (Guesdon, 2011)

Dans le cadre d'une analyse AHP, l'évaluation de paires d'options est réalisée dans le but de répondre à un problème de décision pour lequel différentes solutions sont envisagées. Les alternatives sont les solutions potentielles au problème décisionnel, tandis que les critères et les sous-critères représentent les paramètres d'évaluation des alternatives (Addinsoft, 2020).

Dans le cadre de ce présent chapitre d'analyse, trois analyses AHP différentes sont effectuées. Les problèmes de décision sont les suivants :

- 1) Déterminer les innovations à intégrer au secteur du bâtiment dans le but d'améliorer la durabilité du parc de logements;

- 2) Déterminer le scénario permettant l'intégration des innovations retenues lors de la première analyse;
- 3) Déterminer le scénario permettant l'intégration des critères clés de la transition écologique du secteur du bâtiment.

La méthode AHP a été sélectionnée parmi les autres méthodes d'évaluation, car elle permet de produire des résultats favorisant l'atteinte de l'objectif général de ce présent essai. La méthode AHP a été sélectionnée pour les raisons principales :

- Elle est appropriée aux paramètres de l'essai. La méthode AHP fonctionne bien dans les situations où le nombre de critères, de sous-critères et d'alternatives est raisonnable et où la comparaison binaire des éléments du problème est possible (Addinsoft, 2020). Les méthodes d'aide à la décision multicritère consistent en un segment standardisé et reconnu par la communauté scientifique moderne et elles permettent la prise de décision au-delà d'une évaluation basée exclusivement sur un critère (par exemple financier) (Urli, 2013). C'est pourquoi la méthode AHP est utilisée dans différents domaines, dont l'environnement où souvent les problèmes de décision impliquent des éléments variés, des contextes complexes, des acteurs multiples et des enjeux de diverses natures.
- La hiérarchisation des éléments répond aux objectifs de l'essai. La hiérarchisation permet d'identifier les priorités quant aux :
  - o innovations à intégrer en vue d'augmenter la durabilité du parc de logements;
  - o critères et sous-critères primordiaux dans l'amélioration de la durabilité du parc de logements;
  - o scénarios à prioriser en vue d'augmenter la durabilité du parc de logements.
- La méthode AHP permet une analyse de sensibilité rapide, car il n'y a pas de limites quant au nombre de critères et de sous-critères et la valeur de ces derniers peut être ajustée sans qu'une reprise à zéro de l'analyse soit nécessaire (Guesdon, 2011).
- La cohérence des données peut être évaluée par le calcul de l'indice de cohérence (IC) et le calcul du ratio de cohérence (RC) (Addinsoft, 2020).
- La disponibilité de logiciels exploitant Microsoft Excel facilite son utilisation. Cela évite ainsi d'effectuer les calculs à la main.

La présente analyse possède quelques limites qui sont propres à la méthode AHP ou aux contraintes du contexte de l'analyse. D'abord, la méthode AHP vise une approche globale plutôt que spécifique. Les innovations de l'écoconstruction étant diversifiées dans leur fondement, leur application et leur maturité, cela complique leur comparaison juste et objective. Évidemment, certains biais peuvent provenir du jugement de l'auteure de l'essai. Aussi, les résultats obtenus ne sont pas transposables tels quels dans d'autres contextes, géographiquement ou temporellement différents. L'analyse est réalisée à un moment précis, ce qui fait en sorte que les résultats obtenus ne seront pas nécessairement valables dans les

prochaines années. Cependant, les matrices de comparaison utilisées pourraient être remplies en fonction d'un nouveau contexte. Les résultats obtenus sont donc en partie transposables.

Ensuite, l'AHP est une méthode de type qualitative qui tend à être subjective. De plus, l'évaluation de l'intégration du développement durable n'est pas simple vu la nature du concept. Les résultats de l'analyse dépendent en effet de l'évaluateur, dans ce cas-ci l'auteur de l'essai. Les résultats de l'étude pourraient différer si le nombre d'évaluateurs était augmenté. Pour remédier au caractère subjectif de cette méthode, une multitude de sources d'information fiables et diversifiées ont été consultées, une étude des outils d'évaluation du développement durable a été effectuée et la collaboration du directeur de l'essai possédant une expérience concrète dans le domaine de l'écoconstruction au Québec a été mise à profit. Aussi, le choix des paramètres d'évaluation est justifié. Il faut également mentionner que malgré le caractère subjectif de la méthode AHP, celle-ci permet quand même d'arriver à des résultats fiables et satisfaisants. À ce propos, selon Roy (2001), une méthode d'aide à la décision multicritère :

« n'a pas pour ambition d'établir des vérités objectives, mais vise plus modestement à asseoir, sur des bases dites scientifiques, faisant référence à des hypothèses de travail, des énoncés de propositions (éléments de réponse à des questions, présentation de solutions satisfaisantes, de compromis possibles,...) qu'elle soumet au discernement d'un décideur et/ou de divers acteurs engagés dans le processus de décision ».

Selon ce qui précède, malgré les limites, la méthode suivie donne une valeur aux résultats obtenus dans le cadre de cette analyse.

### **5.3 Critères et sous-critères retenus pour l'analyse**

Pour répondre aux objectifs de cet essai, trois analyses AHP sont nécessaires. Les sections suivantes présentent les critères et les sous-critères sélectionnés dans le cadre de ces analyses AHP.

#### **5.3.1 Première analyse AHP : Déterminer les innovations à intégrer au secteur du bâtiment dans le but d'améliorer la durabilité du parc de logements**

Pour cette première analyse, les critères et sous-critères sont inspirés des éléments mentionnés dans les chapitres 1 à 4 (impacts, avantages, freins, etc.). Ces éléments proviennent quant à eux de la consultation de nombreuses sources qui a été réalisée dans le but de mieux comprendre d'une part, le contexte de l'écoconstruction et d'autre part, le contexte particulier du parc de logements québécois. Les critères et sous-critères sont également inspirés de différents systèmes d'analyse existants. D'abord, les grilles d'analyse multicritère suivantes ont été consultées : *Guide des options écolos* (APCHQ, 2008); Grille de pointage du programme Habitation DURABLE (Ville de Victoriaville, 2020); Grille d'évaluation de l'empreinte écologique des immeubles (URBANOVA Projet immobilier Terrebonne, 2020); Grille du *Guide de référence pour l'intégration des principes de développement durable dans la construction et la rénovation des*

*bâtiments* (OMHM, 2010). Ces grilles présentent les bonnes pratiques en écoconstruction dans le contexte québécois. Aussi, les quarante thèmes de la Grille d'analyse de développement durable développée par Villeneuve, Riffon et Tremblay (2016) ont inspiré la sélection des critères et sous-critères. Ces thèmes sont présentés à l'annexe 3. De plus, les critères et sous-critères sont inspirés des catégories de critères du système d'évaluation LEED et des prérequis et des crédits du système d'évaluation LEED 2009 pour l'aménagement des quartiers (annexe 4). LEED est une certification reconnue internationalement et c'est de même la plus répandue au Québec, ce qui explique son importance dans le processus d'élaboration des critères.

La sélection des critères et sous-critères vise également la correspondance avec les principes de la *Loi sur le développement durable* (annexe 1) étant donné que cette dernière reflète la volonté du Gouvernement du Québec de « créer un contexte propice à l'innovation et au renouvellement des pratiques » (MELCC, 2020b). Cette loi, bien que destinée à l'administration publique, établit tout de même un cadre de référence pour l'application du développement durable dans le contexte québécois. En effet, la pluralité des principes couvre de manière inclusive et systémique les différents enjeux en lien avec le développement durable au Québec. Comme l'objectif des innovations de l'écoconstruction est l'amélioration de la durabilité, leur évaluation ne peut faire fi des principes de la loi.

Les critères retenus aux fins de la première analyse AHP sont donc les suivants : Économique (ÉCO), Social (SOC) et Environnemental (ENV). Ces derniers représentent les piliers classiques du développement durable. Les thèmes et les enjeux relatifs aux autres dimensions généralement associées au développement durable (à savoir : gouvernance, éthique, culturelle) sont pris en compte implicitement dans les sous-critères. Ils sont pris en considération implicitement, car ces thèmes et ces enjeux sont plus difficilement applicables dans le contexte présent soit l'analyse des innovations du secteur de la construction. L'annexe 5 présente les justifications entourant la sélection de chacun de ces critères. Le tableau 5.2 montre les critères et sous-critères retenus pour l'évaluation des alternatives de la première analyse.

**Tableau 5.2 Critères et sous-critères retenus pour la première analyse AHP**

Critères	Sous-critères		Description
Économique (ÉCO)	ÉCO 1	Abordabilité	Ce critère évalue l'abordabilité de l'alternative, c'est-à-dire si son coût est raisonnable et permet son application par tous.
	ÉCO 2	Besoin réel	Ce critère évalue si l'alternative répond réellement aux besoins exprimés par la demande, et non aux impératifs d'une logique de consommation. Les besoins sont ceux des occupants des bâtiments et les besoins généraux de la société.
	ÉCO 3	Création d'emplois	Ce critère évalue si l'alternative crée de nouveaux emplois et fournit un accès à l'occupation aux populations locales.
	ÉCO 4	Développement d'une expertise québécoise et compétitivité sur les marchés internationaux	Ce critère évalue si l'alternative permet ou participe à la création d'une expertise locale et au renforcement de la compétitivité du Québec sur les marchés internationaux des innovations de l'écoconstruction.
	ÉCO 5	Économie sociale et solidaire	Ce critère évalue si l'alternative est développée dans une optique d'économie sociale où la rentabilité sociale est privilégiée à l'économique en favorisant notamment la gouvernance démocratique.
	ÉCO 6	Retombées économiques locales	Ce critère évalue si l'alternative crée des retombées économiques locales positives.
	ÉCO 7	Viabilité économique	Ce critère évalue la viabilité économique de l'alternative justifiant son développement et assurant sa pérennité à long terme.
Social (humain et collectivité) (SOC)	SOC 1	Amélioration de l'adaptabilité	Ce critère évalue si l'alternative participe à l'amélioration de l'adaptabilité des bâtiments aux besoins évolutifs de la population.
	SOC 2	Amélioration des enjeux relatifs à la santé, à la sécurité et à la qualité de vie	Ce critère évalue si l'alternative répond aux enjeux relatifs à la santé et la sécurité des occupants des bâtiments. Il évalue également si l'alternative permet une amélioration de la qualité de vie.
	SOC 3	Dynamisme social	Ce critère évalue la participation de l'alternative à l'amélioration de la cohésion, de la solidarité, de l'implication, de l'acceptabilité et de l'inclusivité sociales au sein de la collectivité.
	SOC 4	Éducation et sensibilisation à l'environnement et au développement durable	Ce critère évalue si l'alternative participe à l'éducation et à la sensibilisation à l'environnement et au développement durable par exemple en étant montré dans des projets pilotes et de vitrine technologique.
	SOC 5	Optimisation de l'espace urbain	Ce critère évalue si l'alternative participe (ou pourrait participer) à optimiser l'usage et l'espace du territoire de manière à respecter les besoins de la population et la capacité de support des milieux naturels.
	SOC 6	Protection du patrimoine culturel	Ce critère évalue si l'alternative participe à (ou n'entrave pas) la protection du patrimoine culturel notamment par les activités de conservation, de restauration et de transmission.
	SOC 7	Respect de la culture et des traditions locales	Ce critère évalue si l'alternative s'inscrit dans une perspective de respect de la culture et des traditions locales qui jouent un rôle dans l'intégration du développement durable.
Environnemental (milieu naturel et environnement bâti) (ENV)	ENV 1	Diminution des émissions de GES (exploitation)	Ce critère évalue si l'alternative permet de réduire les émissions de GES liées à l'exploitation du bâtiment.
	ENV 2	Diminution des émissions de GES (intrinsèque)	Ce critère évalue si l'alternative permet de réduire les émissions de GES intrinsèques, soit celles ne concernant pas l'exploitation du bâtiment. Ces émissions de carbone sont plutôt liées à la fabrication, au transport et à l'installation des composantes du bâtiment.
	ENV 3	Gestion des problématiques urbaines	Ce critère évalue si l'alternative participe à la gestion des problématiques urbaines telles que la gestion des eaux pluviales ou des îlots de chaleur.
	ENV 4	Réduction de la consommation énergétique du bâtiment	Ce critère évalue si l'alternative permet une réduction de la consommation énergétique du bâtiment.
	ENV 5	Réduction de la production de déchets	Ce critère évalue si l'alternative limite les déchets rejetés dans l'environnement.
	ENV 6	Réutilisation de l'existant	Ce critère évalue si l'alternative favorise la réutilisation de l'existant, soit du bâtiment, de ses composantes ou de ses matériaux.

### 5.3.2 Deuxième analyse AHP : Déterminer le scénario permettant l'intégration des innovations

Dans le cadre de la seconde analyse AHP, les critères sont les innovations sélectionnées lors de la première analyse. Ces dernières sont présentées au tableau 5.3.

**Tableau 5.3 Critères retenus pour la deuxième analyse AHP**

Critères	
P	Préfabrication
CPI	Conception et planification intégrée
MR	Matériaux recyclés
MB	Matériaux biosourcés
DD	Démontage et démantèlement
TC	Technologies de contrôle informatisé et automatisé du bâtiment
CB	Conception bioclimatique

### 5.3.3 Troisième analyse AHP : Déterminer le scénario permettant l'intégration des critères clés de la transition écologique du secteur du bâtiment

Dans le cadre de la troisième analyse AHP, les critères sont les sous-critères identifiés par la première analyse comme étant les plus importants à considérer en vue d'augmenter la durabilité du parc de logements québécois. Seulement les sept premiers sous-critères de la hiérarchie ont été sélectionnés. Les critères de la troisième analyse sont présentés au tableau 5.4.

**Tableau 5.4 Critères retenus pour la troisième analyse AHP**

Critères	
ENV 6	Réutilisation de l'existant
ENV 2	Diminution des émissions de GES (intrinsèque)
ENV 5	Réduction de la production de déchets
SOC 1	Amélioration de l'adaptabilité
ENV 3	Gestion des problématiques urbaines
SOC 5	Optimisation de l'espace urbain
ENV 1	Diminution des émissions de GES (exploitation)

## 5.4 Sélection des alternatives

Comme trois analyses AHP sont réalisées dans le cadre de cet essai, les alternatives évaluées diffèrent. Pour la première analyse, les alternatives sont des innovations de l'écoconstruction. Pour la deuxième et la troisième analyse, les alternatives représentent des scénarios permettant soit l'intégration des innovations soit l'intégration des critères clés. Les sections qui suivent présentent donc les alternatives retenues pour les trois analyses AHP.

#### 5.4.1 Première analyse AHP : Déterminer les innovations à intégrer au secteur du bâtiment dans le but d'améliorer la durabilité du parc de logements

La sélection des alternatives tend à inclure le plus possible les différentes phases du cycle de vie du bâtiment et les typologies distinctes de bâtiment résidentiel. Le tableau 5.5 présente les innovations mentionnées au courant des derniers chapitres qui ont été retenues pour l'analyse. L'annexe 6 présente quant à elle le processus de sélection des alternatives. Des justifications et précisions à l'égard de l'applicabilité des innovations dans le contexte présent d'analyse y sont présentées.

**Tableau 5.5 Alternatives retenues pour la première analyse AHP**

Alternatives (innovations)		Catégorie	Description ou exemples
A1	Conception bioclimatique	Méthode ou procédé	Architecture solaire passive
A2	Conception et planification intégrée	Méthode ou procédé	PCI, maisons évolutives, Bâti-Flex <sup>MC</sup> , modularité
A3	Démontage et démantèlement	Méthode ou procédé	Vise la conservation et le recyclage des matériaux contrairement à la destruction classique des bâtiments
A4	Matériaux biosourcés	Produit	Matériaux à base de fibres végétales
A5	Matériaux recyclés	Produit	Matériaux de fibre de bois recyclée
A6	Préfabrication	Méthode ou procédé	Impression 3D, préfabrication de matériaux de construction, d'ensembles et de bâtiments complets
A7	Technologies de contrôle informatisé et automatisé du bâtiment	Produit	Maison intelligente, domotique, éclairage et réglage de la température automatisés, thermostats intelligents

Les alternatives sélectionnées sont analysées en considération du contexte québécois. Les produits sont locaux et les méthodes ou procédés impliquent des entreprises québécoises. Les technologies de contrôle informatisé et automatisé du bâtiment considérées lors de l'analyse entrent dans la catégorie accessible au grand public (excluant ainsi les technologies haut de gamme). Les technologies considérées sont celles impactant la consommation d'eau et d'énergie.

La sélection des critères et sous-critères tend à inclure les principes généraux de développement durable. Les critères et sous-critères sélectionnés peuvent de cette manière permettre d'évaluer d'autres innovations que celles analysées dans le cadre de cet essai. Des technologies et des innovations de l'écoconstruction plus précises pourraient être analysées en fonction de ces critères et sous-critères, par exemple les panneaux en fibres cellulodiques et en plastiques récupérés d'Innofibre ou les blocs de maçonnerie fabriqués à partir de chanvre industriel de Nature Fibres.



#### 5.4.2 Deuxième et troisième analyse AHP : Déterminer le scénario permettant l'intégration des innovations et l'intégration des critères clés de la transition écologique du secteur du bâtiment

Dans le cadre de la deuxième et de la troisième analyse AHP, les alternatives consistent en scénarios permettant l'intégration des innovations et des critères clés de la transition écologique du secteur du bâtiment. Ici, les alternatives établissent le portrait d'un seul bâtiment. La prise en considération de l'ensemble des bâtiments dont les caractéristiques, l'état et l'âge diffèrent amène trop d'éléments distincts. Cela excède les possibilités d'analyse qu'offre la méthode AHP. L'analyse de l'intégration des innovations est plus facilement réalisable lorsqu'un bâtiment unique est considéré. Une transposition des résultats obtenus à l'ensemble du parc immobilier est ensuite réalisée.

Le bâtiment de référence utilisé aux fins de ces analyses AHP est typique du parc de logements québécois. Il est âgé de 43 ans, l'âge moyen des bâtiments du parc immobilier, et il n'a jamais fait l'objet d'importants travaux de rénovation. Il a ainsi subi une dégradation et une dépréciation au fil du temps, mais n'est pas insalubre ou dangereux. Les alternatives ont été sélectionnées en fonction des possibilités d'actions explorées au courant des chapitres 1 à 4 de l'essai. Le tableau 5.6 présente les alternatives sélectionnées.

**Tableau 5.6 Alternatives sélectionnées pour la deuxième et troisième analyse AHP**

Alternatives	
NC1	Nouvelle construction (avec démolition du bâtiment de référence)
NC2	Nouvelle construction (sans démolition du bâtiment de référence)
NE1	Nouvelle écoconstruction (avec démolition du bâtiment de référence)
NE2	Nouvelle écoconstruction (sans démolition du bâtiment de référence)
RC	Rénovation conventionnelle
É	Écorénovation
NRF	Ne rien faire

Pour les nouvelles constructions ainsi que pour les nouvelles écoconstructions, deux alternatives sont analysées afin d'évaluer si la démolition a un impact. Dans les cas de nouvelles constructions (ou écoconstruction) sans démolition, la nouvelle construction implique l'exploitation d'un nouveau lot. Le scénario NRF suppose la conservation telle quelle du bâtiment de référence.

#### 5.5 Pondération

Les critères (et sous-critères) d'évaluation ne possèdent pas tous la même valeur. Comme la méthode AHP exige une comparaison binaire des éléments, les valeurs du tableau de Saaty sont utilisées pour l'attribution d'une pondération aux critères et sous-critères. Ces valeurs servent à remplir les matrices de comparaison nécessaires à l'analyse. Elles sont présentées au tableau 5.7.

**Tableau 5.7**      **Tableau de Saaty** (tiré de : Addinsoft, 2020)

Valeurs	Définition	Commentaires
1	Importance égale	Deux éléments contribuent également à l'objectif
3	Importance modérée	Le jugement favorise légèrement un élément sur un autre
5	Importance forte	Le jugement favorise fortement un élément sur un autre
7	Importance très forte	Le jugement favorise très fortement un élément sur un autre, sa dominance est démontrée par expérience
9	Importance extrême	La dominance d'un élément par rapport à un autre est démontrée et absolue
2, 4, 6 et 8	Ces valeurs peuvent être utilisées pour exprimer des valeurs intermédiaires	
Réciprocité	Si l'élément i se voit attribuer l'un des chiffres précédents lorsqu'il est comparé à l'élément j, j aura alors la valeur inverse lorsqu'on le compare à i. Une valeur x de Saaty sur la ligne i et la colonne j d'une matrice signifie que l'élément i a une importance de la valeur x sur l'élément j. À l'inverse, l'élément de la ligne j et la colonne i a une valeur de 1/x.	

Dans la grande majorité des matrices de comparaison, les valeurs 1, 3 et 5 uniquement sont utilisées. Ainsi, l'attribution d'une pondération aux éléments dans les matrices de comparaison est effectuée selon la question suivante : en fonction du paramètre d'évaluation (critère ou sous-critère), l'élément A est-il jugé d'importance égale, d'importance modérée ou d'importance forte lorsqu'il est comparé à l'élément B ?

Le poids d'un paramètre d'évaluation est obtenu par normalisation de la matrice réciproque, tandis que le poids d'une alternative est obtenu par addition des différents poids obtenus pour chacun des critères et sous-critères et est exprimé sous forme de pourcentage relatif (Guesdon, 2011).

#### **5.5.1 Première analyse AHP : Déterminer les innovations à intégrer au secteur du bâtiment dans le but d'améliorer la durabilité du parc de logements**

Pour cette première analyse seulement les valeurs 1, 3 et 5 sont utilisées, l'importance très forte et l'importance extrême ont été exclues. Les matrices de comparaison des critères et des sous-critères remplies en fonction des valeurs de Saaty sont présentées aux tableaux 5.8, 5.9, 5.10 et 5.11. Des justifications générales précèdent respectivement chacun de ces tableaux.

D'abord, les critères représentent les piliers classiques du développement durable, car la présente analyse vise une intégration des principes du développement durable au secteur de la construction et de l'habitation. Afin de réellement participer à l'amélioration de la durabilité du parc de logements, une innovation doit performer sur le plan de ces trois critères. Cependant, ce n'est pas le modèle de développement durable où toutes les trois dimensions possèdent la même importance qui est utilisée dans le cadre de cette analyse. La pondération attribuée aux critères Économique, Social et Environnemental s'inspire plutôt d'un modèle de durabilité forte tel que soutenu par les économistes écologiques. Selon ce modèle, le capital naturel est un bien commun qui ne peut être dégradé ou remplacé par le capital créé par l'homme, notamment la technologie, au risque d'une dégradation irréversible des milieux naturels impactant par le fait même les générations futures (Vivien, 2009). Selon cette vision, c'est l'économie qui doit se contraindre aux limites

des écosystèmes pour assurer la pérennité de ces derniers, et non l'inverse. Toutefois, les pays industrialisés ont porté au paroxysme la logique de croissance économique. L'état d'urgence climatique actuel en illustre d'ailleurs les conséquences. Le tableau 5.8 présente donc la pondération attribuée aux critères en fonction du modèle de durabilité forte.

**Tableau 5.8 Matrice de comparaison des critères**

Critères		ÉCO	SOC	ENV
Économique	ÉCO	1	1/3	1/5
Social	SOC	3	1	1/3
Environnemental	ENV	5	3	1
<b>Poids (%)</b>		<b>10,62</b>	<b>26,05</b>	<b>63,33</b>

Pour ce qui est de l'aspect économique, les sous-critères Abordabilité et Besoin réel sont les plus importants. En effet, pour être durable et avoir un réel impact sur le parc de logements, une innovation doit être abordable, car elle est ainsi accessible au plus grand nombre de personnes. Une innovation doit également répondre quantitativement et qualitativement à un besoin réel de la société et pas exclusivement aux impératifs de la production où l'unique but est de réaliser un profit monétaire. Ces deux sous-critères obtiennent donc chacun un poids normalisé d'environ 25 %. La viabilité est de même un sous-critère d'importance. Une innovation se doit d'être viable afin d'assurer sa pérennité sur le marché, mais aussi afin d'inclure les bénéfices sociaux et environnementaux aux profits économiques. Le tableau 5.9 présente la pondération des sous-critères du critère Économique.

**Tableau 5.9 Matrice de comparaison des sous-critères du critère Économique**

Sous-critères du critère Économique		ÉCO 1	ÉCO 2	ÉCO 3	ÉCO 4	ÉCO 5	ÉCO 6	ÉCO 7
Abordabilité	ÉCO 1	1	1	5	3	3	3	1
Besoin réel	ÉCO 2	1	1	5	3	3	3	1
Création d'emplois	ÉCO 3	1/5	1/5	1	1	1/3	1/3	1/3
Développement d'une expertise québécoise et compétitivité sur les marchés internationaux	ÉCO 4	1/3	1/3	1	1	1	1	1
Économie sociale et solidaire	ÉCO 5	1/3	1/3	3	1	1	1	1
Retombées économiques locales	ÉCO 6	1/3	1/3	3	1	1	1	1
Viabilité économique	ÉCO 7	1	1	3	1	1	1	1
<b>Poids normalisé (%)</b>		<b>24,65</b>	<b>24,65</b>	<b>5,01</b>	<b>9,27</b>	<b>10,63</b>	<b>10,63</b>	<b>15,16</b>

Concernant l'aspect social, le sous-critère Amélioration de l'adaptabilité se démarque fortement des autres avec un poids normalisé de 37,49 %. Comme il fut mentionné à maintes reprises au courant de cet essai, l'amélioration de l'existant est essentielle dans le but d'augmenter la durabilité du cadre bâti. Afin de mieux subvenir aux besoins, les bâtiments doivent être adaptables. En étant adaptables, les bâtiments risquent d'être utilisés plus longtemps avant leur démolition. L'optimisation de l'espace urbain est également un sous-critère important dans l'optique de subvenir efficacement aux besoins de la société tout en limitant son empreinte environnementale. Ce sous-critère détient un poids normalisé de 21,15 %. Puis, l'amélioration des enjeux relatifs à la santé, à la sécurité et à la qualité de vie est un sous-critère d'importance, car ces aspects sont au cœur du concept de développement durable. La population passe la majorité de son temps à l'intérieur des bâtiments, c'est pourquoi les innovations doivent favoriser le bien-être et la santé des occupants. Le tableau 5.10 présente la pondération attribuée aux sous-critères du critère Social.

**Tableau 5.10 Matrice de comparaison des sous-critères du critère Social**

Sous-critères du critère Social		SOC 1	SOC 2	SOC 3	SOC 4	SOC 5	SOC 6	SOC 7
Amélioration de l'adaptabilité	SOC 1	1	5	5	5	3	5	5
Amélioration des enjeux relatifs à la santé, à la sécurité et à la qualité de vie	SOC 2	1/5	1	5	5	1	5	5
Dynamisme social	SOC 3	1/5	1/5	1	1	1/5	1	3
Éducation et sensibilisation à l'environnement et au développement durable	SOC 4	1/5	1/5	1	1	1/5	1	1
Optimisation de l'espace urbain	SOC 5	1/3	1	5	5	1	5	5
Protection du patrimoine culturel	SOC 6	1/5	1/5	1	1	1/5	1	1
Respect de la culture et des traditions locales	SOC 7	1/5	1/5	1/3	1	1/5	1	1
<b>Poids normalisé (%)</b>		<b>37,49</b>	<b>20,34</b>	<b>6,41</b>	<b>5,05</b>	<b>21,15</b>	<b>5,05</b>	<b>4,53</b>

En ce qui a trait à l'aspect environnemental, le sous-critère le plus important est la réutilisation de l'existant. Ce sous-critère se démarque fortement des autres avec un poids normalisé de 41,59 %. Comme abordé au courant de cet essai, la réutilisation des bâtiments est primordiale à l'amélioration de la durabilité du parc de logements. Effectivement, la réutilisation favorise la prolongation de l'usage et limite les incidences environnementales liées aux phases de fin de vie et de construction de nouveaux bâtiments. Le critère Diminution des émissions de GES (intrinsèque) possède quant à lui un poids normalisé de 18,77 %. Ce sous-critère est important, car le carbone intrinsèque est généralement sous-représenté dans les systèmes d'évaluation environnementale. Toutefois, les émissions intrinsèques proposent un bon potentiel quant à l'atteinte des objectifs de réduction des GES à l'échelle de la province. Puis, la réduction de la production de déchets est également un sous-critère important dans le sens où elle est reliée à l'empreinte écologique et à la préservation des écosystèmes et services écosystémiques. À cet effet, tous les sous-critères environnementaux jouent un rôle dans la réduction de l'empreinte écologique. Le tableau 5.11 présente la pondération attribuée aux sous-critères du critère Environnemental.

**Tableau 5.11 Matrice de comparaison des sous-critères du critère Environnemental**

<b>Sous-critères du critère Environnemental</b>		ENV 1	ENV 2	ENV 3	ENV 4	ENV 5	ENV 6
Diminution des émissions de GES (exploitation)	ENV 1	1	1/3	1	1	1	1/5
Diminution des émissions de GES (intrinsèque)	ENV 2	3	1	3	3	1	1/3
Gestion des problématiques urbaines	ENV 3	1	1/3	1	3	1/3	1/5
Réduction de la consommation énergétique du bâtiment	ENV 4	1	1/3	1/3	1	1/3	1/5
Réduction de la production de déchets	ENV 5	1	1	3	3	1	1/3
Réutilisation de l'existant	ENV 6	5	3	5	5	3	1
<b>Poids normalisé (%)</b>		<b>8,58</b>	<b>18,77</b>	<b>8,99</b>	<b>6,08</b>	<b>15,99</b>	<b>41,59</b>

L'attribution d'une pondération aux alternatives fut également réalisée en fonction des valeurs du tableau de Saaty. Les matrices de comparaison des alternatives sont présentées à l'annexe 7.

### 5.5.2 Deuxième analyse AHP : Déterminer le scénario permettant l'intégration des innovations

Dans le cadre de la seconde analyse AHP, l'attribution de la pondération suit la hiérarchisation établie lors de la première analyse AHP. Ainsi, l'importance d'un critère par rapport à un autre dépend de son rang. Pour cette seconde analyse, il n'y a qu'un niveau d'évaluation, il n'y a donc pas de sous-critères.

Conception et planification intégrée est le critère le plus important avec un poids de 35,04 %. Effectivement, ce critère permet de répondre adéquatement aux besoins des occupants des bâtiments tout en permettant de limiter la pression sur les écosystèmes en prévoyant en amont les aspects de la construction, de l'exploitation et de la fin de vie du bâtiment. Ensuite, le critère Matériaux recyclés occupe la deuxième position avec un poids de 23,75 %. L'utilisation de matériaux recyclés limite considérablement l'utilisation de matériaux neufs et limite ainsi les impacts découlant de leur chaîne de production. Puis, la préfabrication est également un critère important. En centralisant les activités, la préfabrication limite la production de déchets et le gaspillage des ressources. Elle permet aussi une réduction des émissions de GES notamment en amenuisant le transport. Le tableau 5.12 illustre la matrice de comparaison des critères remplie avec les valeurs du tableau de Saaty.

**Tableau 5.12 Matrice de comparaison des critères**

Critères		CPI	MR	P	DD	MB	CB	TC
Conception et planification intégrée	CPI	1	2	3	4	5	6	7
Matériaux recyclés	MR	1/2	1	2	3	4	5	6
Préfabrication	P	1/3	1/2	1	2	3	4	5
Démontage et démantèlement	DD	1/4	1/3	1/2	1	2	3	4
Matériaux biosourcés	MB	1/5	1/4	1/3	1/2	1	2	3
Conception bioclimatique	CB	1/6	1/5	1/4	1/3	1/2	1	2
Technologies de contrôle informatisé et automatisé du bâtiment	TC	1/7	1/6	1/5	1/4	1/3	1/2	1
<b>Poids (%)</b>		<b>35,04</b>	<b>23,75</b>	<b>15,90</b>	<b>10,56</b>	<b>6,96</b>	<b>4,62</b>	<b>3,18</b>

Les matrices de comparaison des alternatives remplies en fonction des paramètres d'évaluation de la deuxième analyse sont présentées à l'annexe 8.

### 5.5.3 Troisième analyse AHP : Déterminer le scénario permettant l'intégration des critères clés de la transition écologique du secteur du bâtiment

Pour la troisième analyse AHP, l'attribution de la pondération suit la hiérarchisation établie lors de la première analyse AHP. De cette manière, l'importance d'un critère par rapport à un autre dépend de son rang. Dans le cadre de cette troisième analyse, il n'y a qu'un niveau d'évaluation, il n'y a donc pas de sous-critères.

Ici, le critère le plus important est Réutilisation de l'existant avec un poids normalisé de 35,04 %. Il est suivi du critère Diminution des émissions de GES (intrinsèque) dont le poids est de 23,75 %. Ces deux critères s'inscrivent dans une optique de prolongation de la durée de vie utile des bâtiments, d'où leur importance. Le tableau 5.13 illustre la matrice de comparaison des critères remplie avec les valeurs du tableau de Saaty.

**Tableau 5.13 Matrice de comparaison des critères**

Critères		ENV 6	ENV 2	ENV 5	SOC 1	ENV 3	SOC 5	ENV 1
Réutilisation de l'existant	ENV 6	1	2	3	4	5	6	7
Diminution des émissions de GES (intrinsèque)	ENV 2	1/2	1	2	3	4	5	6
Réduction de la production de déchets	ENV 5	1/3	1/2	1	2	3	4	5
Amélioration de l'adaptabilité	SOC 1	1/4	1/3	1/2	1	2	3	4
Gestion des problématiques urbaines	ENV 3	1/5	1/4	1/3	1/2	1	2	3
Optimisation de l'espace urbain	SOC 5	1/6	1/5	1/4	1/3	1/2	1	2
Diminution des émissions de GES (exploitation)	ENV 1	1/7	1/6	1/5	1/4	1/3	1/2	1
Poids (%)		35,04	23,75	15,90	10,56	6,96	4,62	3,18

Les matrices de comparaison des alternatives remplies en fonction des paramètres d'évaluation de la troisième analyse sont présentées à l'annexe 9.

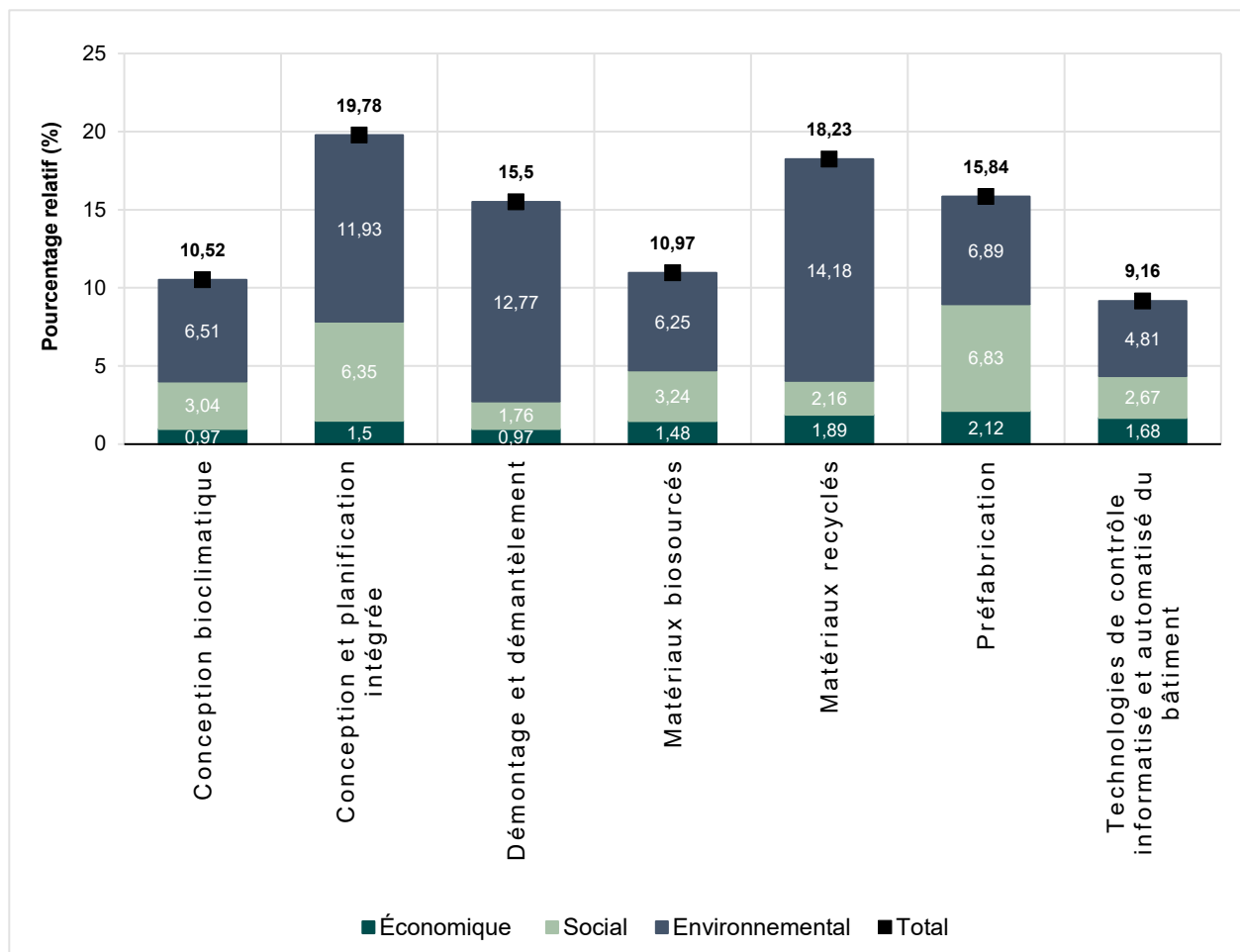
## 5.6 Résultats des analyses AHP et interprétation

Les sections qui suivent présentent les résultats des trois analyses AHP effectuées. L'interprétation des résultats y est également réalisée.

### 5.6.1 Première analyse AHP : Déterminer les innovations à intégrer au secteur du bâtiment dans le but d'améliorer la durabilité du parc de logements

L'annexe 10 présente le tableau de compilation des données ainsi qu'une représentation graphique des résultats obtenus par chaque alternative en fonction des paramètres d'évaluation. La figure 5.1 présente les résultats (compilés sous forme de pourcentage relatif) obtenus par chacune des alternatives.





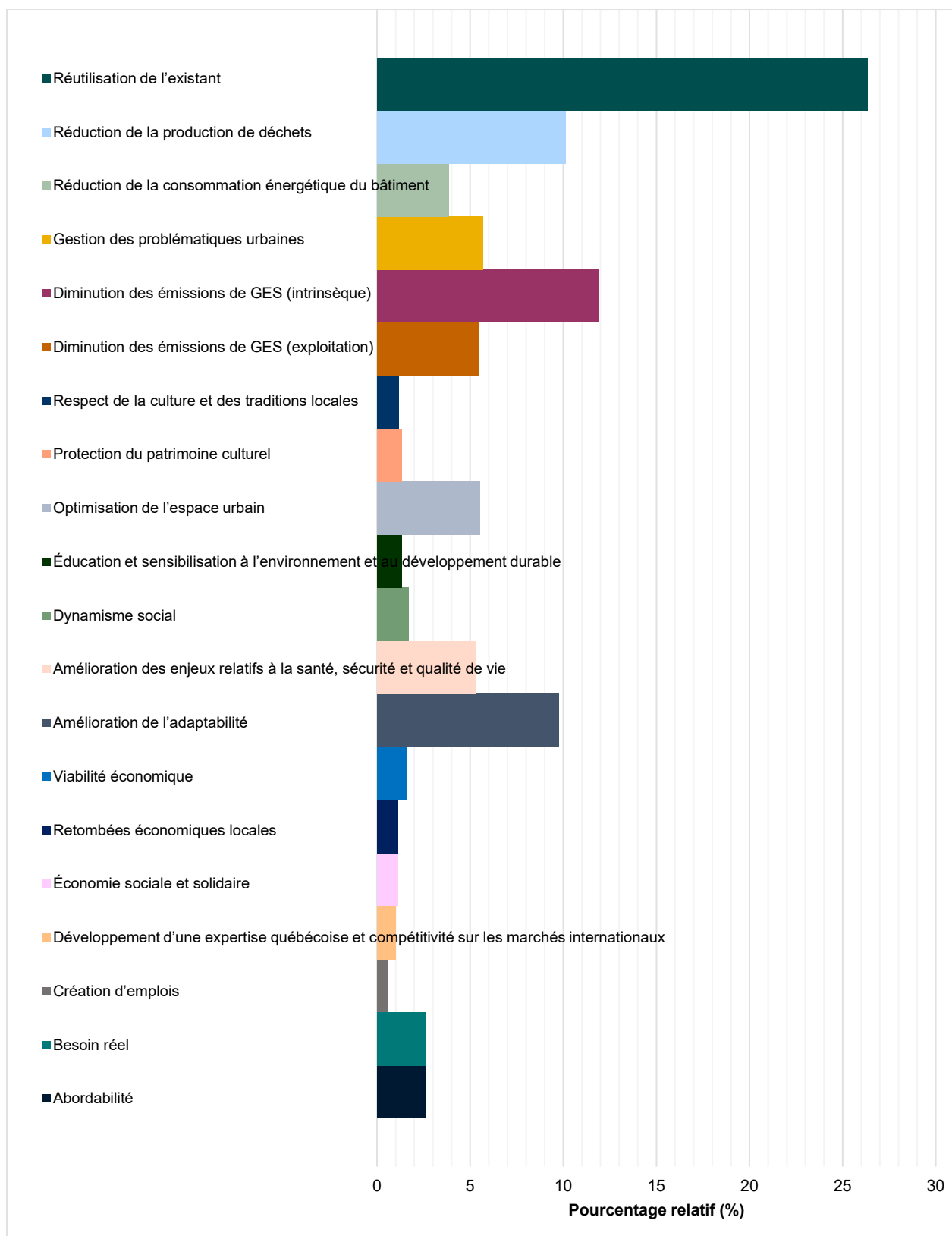
**Figure 5.1 Résultats de la première analyse AHP : innovations à intégrer au secteur du bâtiment**

La figure 5.1 montre qu'un poids important est attribué au critère environnemental pour toutes les alternatives. Cela s'explique par la pondération plus élevée donnée à ce critère. Les alternatives Conception et planification intégrée, Matériaux recyclés et Préfabrication occupent les premières positions. L'alternative Démontage et démantèlement arrive en quatrième position. Cela s'explique entre autres par le fait que cette alternative ne concerne que la phase de fin de vie du bâtiment ce qui fait en sorte qu'elle n'est pas performante pour certains paramètres d'évaluation. Autrement, cette alternative afficherait un résultat plus élevé. Ensuite, en considération de l'aspect social uniquement, ce sont les alternatives Préfabrication et Conception et planification intégrée qui sont les plus performantes, car ces dernières sont en lien avec l'amélioration de l'existant et l'optimisation de l'espace urbain, les sous-critères les plus importants de cette catégorie. Sous l'aspect économique, la préfabrication arrive encore en première position, car cette dernière est la plus importante pour le sous-critère Besoin réel lequel est identifié comme prioritaire dans la catégorie économique. Conformément à ce qui précède, le tableau 5.14 résume le rang obtenu par chacune des alternatives. Un rang global est également présenté.

**Tableau 5.14      Rang final des innovations par critère et rang final global**

Innovations	Rangs			
	Économique	Social	Environnemental	Global
Conception et planification intégrée	6	2	3	1
Matériaux recyclés	2	6	1	2
Préfabrication	1	1	4	3
Démontage et démantèlement	6	7	2	4
Matériaux biosourcés	5	3	6	5
Conception bioclimatique	4	4	5	6
Technologies de contrôle informatisé et automatisé du bâtiment	3	5	7	7

De plus, la première analyse a permis de hiérarchiser les sous-critères à favoriser dans l'optique d'augmenter la durabilité du parc immobilier québécois. Ces derniers sont identifiés comme étant les critères clés de la transition écologique du secteur du bâtiment. Ils sont utiles à la troisième analyse AHP. La figure 5.2 présente ces critères clés.

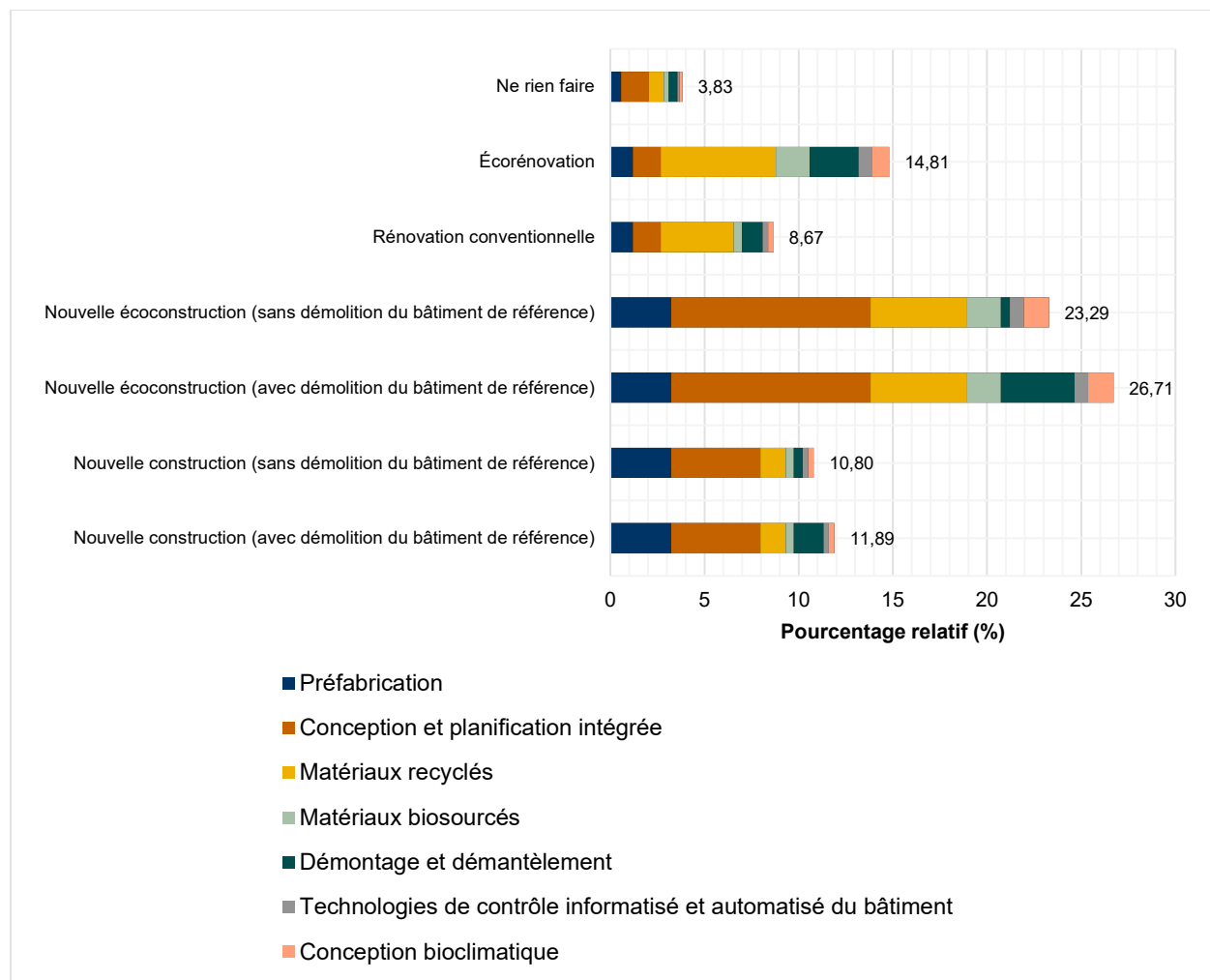


**Figure 5.2 Critères clés de la transition écologique du secteur du bâtiment et leur poids relatif en pourcentage**

Les critères clés sont surtout composés des sous-critères du critère Environnemental. Réutilisation de l'existant est sans équivoque le critère clé possédant le plus d'importance. Sinon, Amélioration de l'existant et Optimisation de l'espace urbain qui sont des sous-critères du critère Social se classent aussi parmi les critères clés. Puis, sous le critère Économique, ce sont Besoin réel et Abordabilité qui affichent les plus hauts pourcentages. Création d'emplois arrive en dernière position.

### 5.6.2 Deuxième et troisième analyse AHP : Déterminer le scénario permettant l'intégration des innovations et l'intégration des critères clés de la transition écologique du secteur du bâtiment

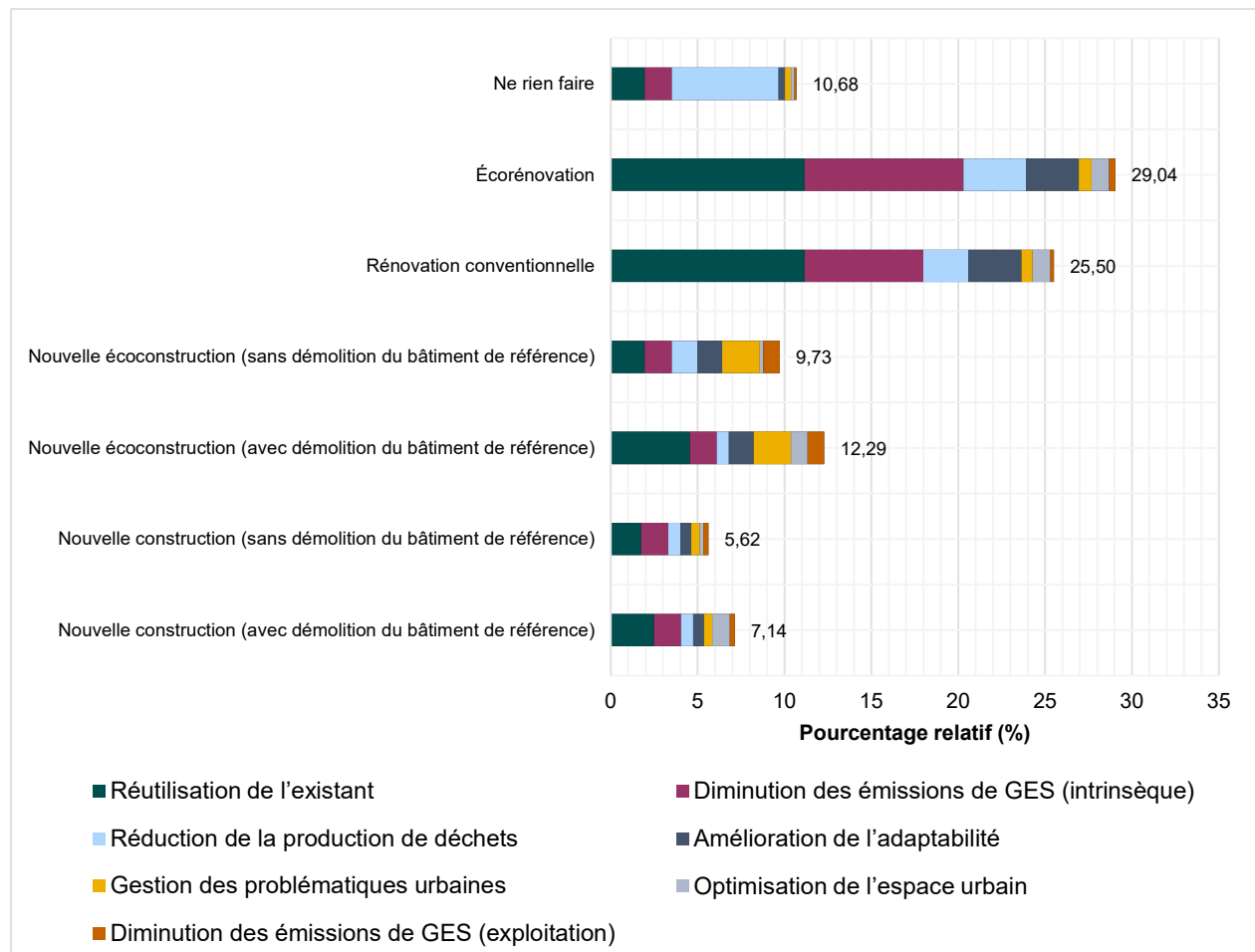
La deuxième et la troisième analyse avaient pour objectif l'identification de scénarios à prioriser. En premier lieu, la figure 5.3 illustre les résultats obtenus par chaque scénario en ce qui concerne l'intégration des innovations retenues lors de la première analyse.



**Figure 5.3** Résultats de la deuxième analyse : intégration des innovations de l'écoconstruction

La figure 5.3 présente d'abord les deux scénarios de nouvelle écoconstruction en tête de file. Le scénario « avec démolition du bâtiment de référence » arrive en première position. Cela peut sembler étrange à première vue considérant que la démolition de bâtiment est une activité portant atteinte à l'environnement naturel. Toutefois, le scénario sans démolition implique un étalement urbain supplémentaire considérant qu'il y a généralement peu de lots dans le périmètre urbanisé qui sont sans bâtiment et prêts à être exploités. Cela dit, la démolition affecte moins les milieux naturels que l'étalement urbain supplémentaire. La troisième position de la hiérarchie des scénarios est occupée par l'écorénovation. Évidemment, la rénovation écologique de bâtiment ne permet pas d'atteindre des performances environnementales autant élevées qu'une nouvelle écoconstruction. La rénovation conventionnelle affiche quant à elle une performance moindre aux scénarios de nouvelles constructions, car elle n'intervient pas lors de la planification et de la conception du bâtiment et elle limite aussi la possibilité d'utiliser des composantes préfabriquées.

En second lieu, la figure 5.4 illustre les résultats obtenus par chaque scénario sur le plan de l'intégration des critères clés de la transition écologique du secteur du bâtiment.



**Figure 5.4 Résultats de la troisième analyse : intégration des critères clés de la transition écologique du secteur du bâtiment**

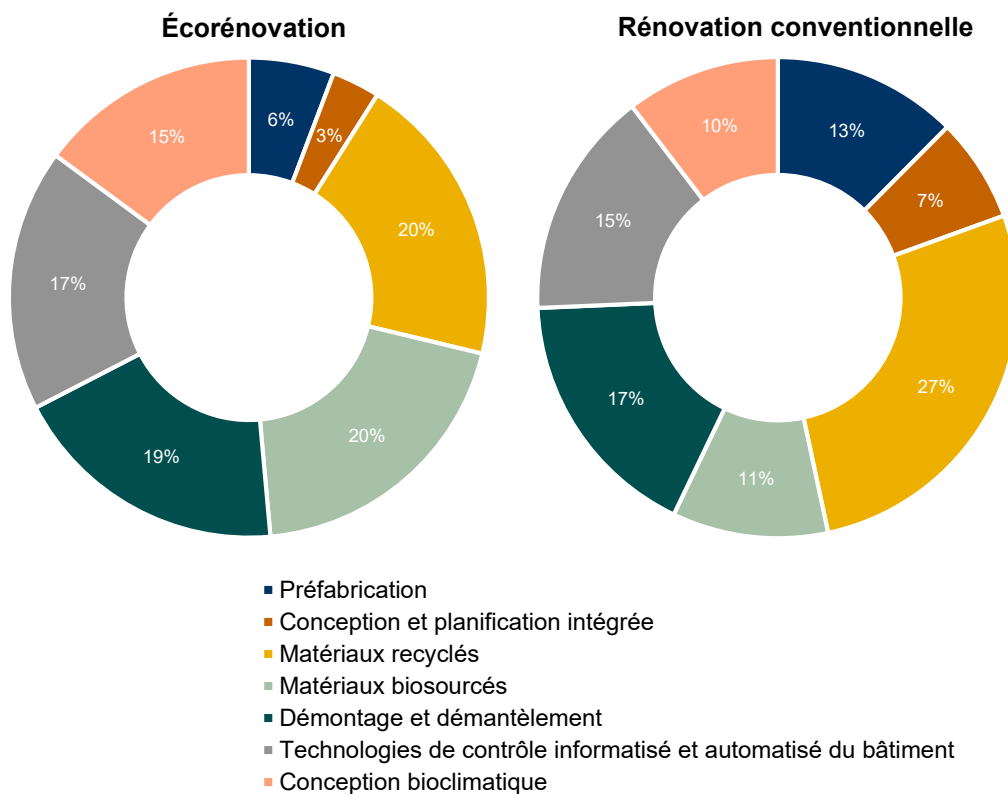
Ici, les scénarios impliquant des travaux de rénovation sont plus performants que les scénarios impliquant la construction neuve, et ce, que le nouveau bâtiment soit écologique ou non. Cela est attribuable en grande partie au fait que la rénovation permet la réutilisation de l'existant et une diminution des émissions intrinsèques. En ce qui a trait à la production de déchets, le scénario Ne rien faire est celui qui se positionne au premier rang. Évidemment, s'il n'y a pas d'activité de construction ou de rénovation, il n'y a pas de déchets. Toutefois, à plus long terme la production de déchets pourrait être plus importante en raison du manque d'entretien ponctuel du bâtiment menant ainsi à sa fin de vie prématurée. Car il performe beaucoup plus que les autres scénarios pour ce critère, le scénario Ne rien faire se positionne au quatrième rang de la hiérarchie des scénarios. Sans ce paramètre d'évaluation, ce scénario se positionnerait au dernier rang. Le tableau 5.15 présente les rangs finaux des scénarios pour la deuxième et troisième analyse AHP.

**Tableau 5.15 Rangs finaux des scénarios**

Scénarios	Rangs	
	Intégration des innovations	Intégration des critères clés
Nouvelle construction (avec démolition du bâtiment de référence)	4	6
Nouvelle construction (sans démolition du bâtiment de référence)	5	7
Nouvelle écoconstruction (avec démolition du bâtiment de référence)	1	3
Nouvelle écoconstruction (sans démolition du bâtiment de référence)	2	5
Rénovation conventionnelle	6	2
Écorénovation	3	1
Ne rien faire	7	4

De manière générale, Nouvelle écoconstruction (avec démolition) et Écorénovation sont les scénarios à prioriser. Cela n'est pas surprenant. Comme il a été démontré dans les premiers chapitres de l'essai, l'écoconstruction et l'écorénovation affichent un fort potentiel à répondre à la problématique du parc de logements québécois. Le fait que ces scénarios n'obtiennent pas le même rang pour l'intégration des innovations et l'intégration des critères clés indique toutefois qu'il est possible de faire mieux. Selon le tableau 5.15, les innovations sont mieux intégrées par les nouvelles écoconstructions alors que les critères clés sont mieux intégrés par l'écorénovation et la rénovation conventionnelle. Cela mène à la conclusion générale suivante : pour être réellement performantes, les innovations doivent être pensées en fonction de leur potentiel à être intégrées aussi bien par la nouvelle construction que par les travaux de rénovation, car ce sont ces derniers qui intègrent le mieux les critères clés de la transition écologique du secteur du bâtiment.

Finalement, comme l'objectif général de l'essai est d'évaluer le potentiel du secteur de la rénovation écologique à participer à la transition écologique du Québec, l'identification des innovations que l'écorénovation intègre le mieux est pertinente. La figure 5.5 illustre les innovations que l'écorénovation et la rénovation conventionnelle intègrent le mieux sans considération de la hiérarchie des innovations prioritaires résultant de la première analyse AHP, c'est-à-dire dans la situation où toutes les innovations comportent la même importance.



**Figure 5.5 Intégration des innovations par l'écorénovation**

Les innovations liées aux matériaux présentent un bon potentiel, surtout Matériaux recyclés. En effet, le choix de matériaux recyclés ou biosourcés concerne aussi bien la construction initiale que les travaux de rénovation effectués au cours de la durée de vie utile du bâtiment. De plus, les travaux de rénovation, écologiques ou non, ouvrent la possibilité d'intégrer aux bâtiments les innovations liées aux technologies de contrôle informatisé et automatisé du bâtiment, ces dernières n'étant pas uniquement destinées aux nouvelles constructions et offrant une gamme assez diversifiée d'application. Puis, l'innovation qui est la plus difficilement intégrée par les travaux de rénovation est Conception et planification intégrée, cette dernière étant généralement associée aux phases antérieures à la construction d'un bâtiment. Le tableau 5.16 présente le rang obtenu par chacune des innovations dans une perspective d'intégration par l'écorénovation.

**Tableau 5.16 Innovations que l'écorénovation intègre le mieux**

Rang	Innovations
1	Matériaux recyclés
1	Matériaux biosourcés
2	Démontage et démantèlement
3	Technologies de contrôle informatisé et automatisé du bâtiment
4	Conception bioclimatique
5	Préfabrication
6	Conception et planification intégrée

### 5.8 Évaluation de l'applicabilité au contexte québécois actuel

Maintenant que les innovations à intégrer au secteur de la construction et du bâtiment ont été identifiées, il est pertinent d'évaluer leur applicabilité dans le contexte québécois actuel. Cette section tente d'établir un lien entre les freins au développement précédemment identifiés et les innovations évaluées par l'analyse, dans le but de savoir si le contexte québécois actuel freine l'essor de ces dernières. L'applicabilité des innovations est donc évaluée en fonction des freins au développement abordés au chapitre 4. Comme les innovations ne sont pas précises, l'évaluation est sommaire.

Les innovations comportent toutes un minimum d'obstacles différents selon leurs spécificités ou particularités d'application. Trois freins semblent avoir plus d'impact sur l'ensemble des innovations. D'abord, le frein lié au manque de connaissances et à l'accès à l'expertise et aux capitaux touche toutes les innovations évaluées. Les techniques et les technologies de l'écoconstruction incluent une gamme de produits, de procédés et de méthodes diversifiés ainsi qu'en évolution constante. D'une part, les entreprises et la main-d'œuvre du milieu de la construction ne sont pas formées et ne sont pas incitées à changer leurs pratiques pour une meilleure intégration des principes de bâtiment durable. D'autre part, le manque de connaissances et l'accès à l'expertise touchent aussi les particuliers qui effectuent des travaux de construction ou de rénovations. Le manque de sensibilisation de la population générale quant aux avantages des écoconstructions est en cause. Ensuite, le frein lié à l'image est problématique à l'essor des innovations évaluées. En effet, ces dernières souffrent d'une image basée sur la perception des acteurs. Conformément à cette image, les travaux écologiques comportent beaucoup d'incertitudes et sont plus risqués. La perception de surcoûts freine également de manière considérable le fait d'entreprendre des travaux écologiques. Puis, le frein lié à la clientèle ciblée et aux forces du marché impacte aussi les innovations évaluées. Le manque de volonté à développer l'offre de produits et de services d'écoconstruction freine le développement des innovations qui selon les connaissances et les technologies actuelles devrait être beaucoup plus rapide. Le tableau 5.17 présente l'évaluation de l'applicabilité.



Tableau 5.17 Évaluation de l'applicabilité des innovations dans le contexte québécois

		Innovations						
		Préfabrication	Conception et planification intégrée	Matériaux recyclés	Matériaux biosourcés	Démontage et démantèlement	Technologies de contrôle informatisé et automatisé du bâtiment	Conception bioclimatique
Freins au développement	Contexte réglementaire et implications gouvernementales	•		•	•	•		•
	Écosystème du secteur de la construction		•			•		•
	Manque de connaissances, accès à l'expertise et aux capitaux (Professionnels de la construction et de l'immobilier)	•	•	•	•	•	•	•
	Manque de connaissances, accès à l'expertise et aux capitaux (particuliers et propriétaires)	•	•	•	•	•	•	•
	Image de l'écoconstruction : perception des acteurs (incertitudes et risques)	•	•	•	•	•	•	•
	Image de l'écoconstruction : perception des acteurs (perception de surcoûts)	•	•			•	•	•
	Fragmentation des incitations et vision de rentabilité à court terme			•	•		•	•
	Clientèle ciblée et forces du marché	•	•	•	•	•	•	•
	Avantage concurrentiel et stratégies de marketing des entreprises, des produits et des services écologiques	•		•	•			

• Frein observé (ou possible) dans le contexte québécois actuel

En conclusion de ce chapitre, certains points importants ressortent de l'analyse :

- a) Sommairement, l'écorénovation affiche un fort potentiel à participer à la transition écologique du Québec, car elle permet une intégration des innovations de l'écoconstruction et des critères clés identifiés comme étant prioritaires à l'écologisation du parc de logements québécois.
- b) L'écorénovation performe surtout dans l'intégration des critères clés de la transition écologique du secteur du bâtiment. Elle arrive au premier rang de cette analyse, car la réutilisation de l'existant performe toujours plus que la nouvelle construction en matière d'empreinte écologique. La possibilité de réduire les émissions de carbone intrinsèque, de réduire la production de déchets ainsi que l'amélioration de l'adaptabilité des bâtiments pèsent également fortement en faveur de l'écorénovation. Selon ces critères, même si les travaux de rénovation ne sont pas écologiques, ils sont à prioriser relativement aux nouvelles écoconstructions.
- c) L'écorénovation permet également d'intégrer les innovations de l'écoconstruction évaluées, mais les conditions actuelles ne favorisent pas de manière optimale cette intégration. Les innovations sont plus souvent appliquées lors de projets de nouvelles constructions écologiques. Certaines innovations sont donc conçues en fonction de cela, ce qui complique leur application lors de travaux de rénovation. C'est le cas notamment de la conception et de la planification intégrée, l'innovation qui se classe au premier rang, mais qui a lieu avant la construction du bâtiment compliquant ainsi son intégration par les travaux de rénovation. En revanche, l'utilisation de matériaux écologiques n'est pas limitée par l'ampleur ou la portée des travaux.
- d) L'applicabilité des innovations évaluées dans le contexte québécois actuel semble fortement limitée par les freins au développement de l'écoconstruction abordés dans cet essai. Malgré le potentiel théorique des innovations de l'écoconstruction à améliorer la durabilité du parc immobilier, des obstacles qui fondamentalement n'ont pas lieu d'être freinent l'essor des nouveautés.

## **6. RECOMMANDATIONS**

Les recherches effectuées dans le cadre de cet essai ont permis de mettre en lumière un réel besoin en renouvellement et en mise à niveau du parc immobilier résidentiel québécois. L'état des bâtiments résulte du vieillissement des infrastructures et d'un manque d'entretien ponctuel. De plus, les pratiques communes du secteur de la construction intègrent peu les principes de développement durable, ce qui porte préjudice à l'environnement naturel, aux sociétés et aux économies locales. De surcroît, les besoins en nouvelles constructions seront réduits au courant des prochaines décennies. La rénovation a donc été présentée comme une option avantageuse pour le Québec. En effet, cette dernière favorise l'amélioration et la réutilisation de l'existant et répond adéquatement aux besoins des collectivités tout en limitant les impacts environnementaux liés au cycle de vie classique des bâtiments. De cette manière, la rénovation écologique intègre les innovations de l'écoconstruction et en multiplie les bénéfices. Pourtant, l'essor de l'écoconstruction au Québec se voit miné par des freins au développement difficilement surmontables comme il a été présenté au chapitre 4. Dans les circonstances, les recherches ont permis d'identifier plusieurs défis quant à l'émergence d'innovations performantes et quant à leur applicabilité dans le contexte québécois par la rénovation. L'analyse a tout de même décelé des opportunités à l'égard de l'augmentation de la durabilité du cadre bâti par l'écornovation. Ce dernier chapitre propose donc des recommandations visant d'une part, à favoriser l'émergence et la concrétisation des innovations de la construction écologique sur le marché et d'autre part, à encourager les travaux d'écornovation. Les recommandations sont listées en fonction de leur priorité, les premières étant les plus primordiales.

### **1) Améliorer l'adaptabilité des logements par la planification des usages ultérieurs et par l'utilisation des composantes et des matériaux permettant le démontage et le démantèlement**

L'amélioration de l'adaptabilité a été identifiée comme étant un critère indispensable à l'écologisation du parc immobilier québécois. Actuellement, les bâtiments sont construits en fonction d'un usage unique et possèdent une durée de vie limitée. En planifiant la possibilité de modifier les espaces habitables en fonction des besoins futurs, la démolition prématurée des bâtiments est évitée. Un bâtiment transformable est performant sur le plan de la durabilité, car cette caractéristique lui confère l'avantage d'une empreinte écologique réduite. Aussi, en utilisant des composantes de bâtiments qui permettent le démontage et le démantèlement, la réutilisation et le recyclage sont facilités.

### **2) Aborder les émissions de carbone intrinsèque des bâtiments par la rénovation et par le développement du marché des écomatériaux locaux**

Le carbone intrinsèque est très peu pris en considération dans les systèmes d'évaluation environnementale et dans la présentation actuelle des produits de construction. Comme l'énergie consommée par les bâtiments résidentiels québécois est principalement renouvelable, les émissions intrinsèques comptent

pour une bonne part des émissions totales d'un bâtiment. Pour réduire le bilan de carbone intrinsèque associé aux bâtiments du parc de logements québécois, la rénovation est toujours plus performante que la démolition pour reconstruire à neuf (un bâtiment conventionnel ou écoénergétique), car la durée de vie utile est allongée et les impacts d'une nouvelle phase de construction sont retardés. Dans la situation d'urgence climatique, les solutions permettant une réduction immédiate des émissions de GES sont à prioriser en vue de limiter les incidences irréversibles des modifications climatiques. En ajout de ce qui précède, les écomatériaux locaux participent à la réduction du carbone intrinsèque, en limitant entre autres le transport. Les matériaux biosourcés présentent aussi un excellent potentiel en possédant un bilan carbone considérablement réduit en comparaison des matériaux conventionnels. Compte tenu des particularités du Québec, les matériaux biosourcés semblent un marché d'avenir prometteur. Parallèlement, l'analyse montre que l'écorénovation possède un bon potentiel à intégrer les innovations relatives aux matériaux ainsi qu'à réduire les émissions de GES intrinsèque.

### **3) Adopter des exigences élevées sur le plan de la performance environnementale des bâtiments dans le Code de rénovation provincial**

Le Code de construction et les politiques gouvernementales visent principalement les nouveaux bâtiments, ce qui nuit à la réutilisation de l'existant. De plus, la nouvelle réglementation sur le plan du zonage et les exigences quant à la performance énergétique des bâtiments incitent également à la démolition des bâtiments âgés. Un Code de rénovation est nécessaire pour l'encadrement des travaux. À cet effet, un nouveau Code de rénovation consiste en une opportunité de hausser les exigences en matière de performance énergétique et environnementale des bâtiments, deux aspects importants de l'écologisation du secteur du bâtiment qui ne figurent actuellement pas parmi les orientations principales du Code national du bâtiment. En adoptant des exigences élevées dans le Code de rénovation, une amélioration de la durabilité globale du parc de logements sera inévitablement observée, car les activités de rénovation surpassent les activités de nouvelles constructions dans les tendances.

### **4) Stimuler le développement de l'offre des produits et des services écologiques par les entreprises de construction**

L'offre actuelle en écoconstruction souffre d'un manque de volonté à être développée. Le changement des pratiques qu'implique le virage vers l'écoconstruction est drastique. Pour certaines entreprises, l'adaptation est impossible. Ces dernières n'ont donc pas intérêt à ce qu'il y ait plus d'écoconstructions sur le marché. Pour inciter les entreprises de construction à adopter des pratiques tirées de l'écoconstruction et à intégrer des technologies innovantes à leur offre, la réglementation devrait intégrer des dispositions préférentielles quant à l'octroi de contrat aux promoteurs écologiques et quant à l'achat de produits écologiques. Pour stimuler l'offre, il faut également promouvoir la quantification des données environnementales et financières

de bâtiments ayant intégré des innovations par la rénovation. Des projets prouvant l'efficacité économique de l'écoconstruction dans le contexte québécois participeraient de même à favoriser la transition des entreprises.

**5) Augmenter la disponibilité des fonds dédiés à la recherche et développement dans le domaine des innovations de l'écoconstruction et stimuler le transfert des connaissances vers les entreprises**

L'industrie de la construction du Québec souffre d'un manque d'investissements dans la recherche et développement, ce qui affecte sa productivité. Parallèlement, les mécanismes actuels de financement et de transmission des innovations au marché de masse ne favorisent pas l'essor de l'écoconstruction. La transmission entre la recherche et les entreprises est lente et mésadaptée aux réalités du marché. Le partage entre les entreprises et les organismes de recherche doit être stimulé. De nouveaux produits doivent être développés et il faut également rendre ceux qui existent plus durables. Il faut soutenir les entreprises à commercialiser des produits qui répondent aux besoins de la population et qui possèdent une faible empreinte écologique. Les innovations doivent être profitables localement, par exemple en encourageant l'utilisation de produits locaux écologiques et en favorisant le développement d'une expertise locale. Les innovations doivent aussi participer à la compétitivité du Québec sur les marchés internationaux.

**6) Adapter les outils urbanistiques de gestion du territoire et de l'urbanisation aux impératifs des bâtiments durables**

Les outils utilisés en matière d'urbanisme doivent être modifiés afin d'intégrer plus adéquatement les principes de durabilité des collectivités viables. Actuellement, ces outils contraignent l'utilisation des lots et de certains matériaux et limitent la possibilité de construire des bâtiments solaires passifs. Comme leur fonction est de favoriser l'utilisation optimale des espaces et de gérer l'urbanisation, ces outils consistent en moyens d'action incontournables de la transition écologique du Québec.

**7) Soutenir l'éducation et la formation continue de la main-d'œuvre et des professionnels œuvrant dans le secteur de la construction**

Les principes d'écoconstruction ne sont pas partie intégrante des programmes de formations des métiers de construction. De plus, la main-d'œuvre active n'est pas incitée à effectuer les mises à niveau des compétences nécessaires pour intégrer l'écoconstruction faute notamment de rémunération. Il est toutefois nécessaire d'encourager le perfectionnement de la main-d'œuvre, de sensibiliser les entrepreneurs à changer leurs pratiques et de développer la culture de l'innovation en entreprise pour une meilleure intégration du développement durable. Cette intégration peut mener à la formation d'un créneau

d'excellence et à une standardisation. Avec la participation des institutions scolaires, les programmes de formation professionnelle doivent inclure les notions de haute performance environnementale du bâtiment. Ces notions doivent aussi être incluses à des formations rémunérées obligatoires étant destinées à la main-d'œuvre active. De plus, un accent doit être porté sur la rénovation et sur le décroisement entre les différents corps de métiers en vue de faciliter le partage des connaissances et la réduction de l'empreinte écologique.

#### **8) Promouvoir les programmes gouvernementaux de soutien financier encourageant les travaux d'écorénovation**

Les conditions actuelles (capacité de payer des locataires, critères de fixation de loyer) ne favorisent pas la rénovation des logements locatifs, malgré les besoins. Il faut pourtant surtout soutenir l'amélioration des logements locatifs, ces derniers étant plus âgés et plus dégradés que les logements des propriétaires-occupants. Des programmes axés sur ce type de logements permettraient une amélioration considérable de la qualité du parc de logements du Québec ainsi que de sa performance environnementale et énergétique. D'ailleurs, les programmes d'aide financière antérieurs comme le crédit d'impôt RénoVert ont porté fruit. Cela prouve l'intérêt et une bonne acceptabilité pour ce type de mesures. L'aide financière est un incitatif considérable dans le choix d'effectuer des travaux. De plus, si les programmes sont orientés vers les travaux écologiques, les particuliers qui autrement n'auraient pas choisi des options écologiques sont incités à le faire. Ce genre de programme est bénéfique et a pour effet des retombées économiques pour l'ensemble de la collectivité. Les fonds publics investis engendrent généralement des investissements privés et l'économie locale est stimulée.

#### **9) Développer des offres de financement adaptées aux travaux écologiques**

Les offres de financement actuelles ne favorisent pas les travaux et les bâtiments écologiques. Ces derniers sont fondamentalement différents des travaux conventionnels, en particulier car la rentabilité est rencontrée à plus long terme. Ainsi, les institutions financières sont réticentes à financer les projets écologiques qui semblent comporter plus de risques. Pour augmenter la part des travaux et des bâtiments écologiques sur le marché, des instruments de financements adaptés doivent être développés afin de surmonter les obstacles fréquemment rencontrés dans ce type de projet, notamment la fragmentation des incitations.

#### **10) Soutenir l'éducation et la sensibilisation de la population sur le concept d'écorénovation et ses avantages**

La popularité des travaux écologiques ne dépend pas seulement de l'offre et des entreprises du secteur de la construction. L'intérêt des consommateurs participe aux tendances. Actuellement, la population générale fait état d'un manque de connaissances quant aux travaux d'écoconstruction et d'écorénovation et quant à

l'importance d'entretenir le parc de logements. Pour développer la demande en produits et en services écologiques dans le secteur du bâtiment, les avantages procurés par les bâtiments durables doivent être mis de l'avant. Il n'y a pas uniquement des avantages sur le plan énergétique ou pécuniaire. Entre autres, les bénéfices directs sur la santé et sur le bien-être des occupants doivent être reliés aux pratiques de l'écoconstruction, par exemple pour le choix des matériaux. Les avantages collectifs de la réutilisation de l'existant notamment dans le cadre de la lutte contre les changements climatiques sont peu connus par la population. Les programmes de sensibilisation à grande échelle, tout comme les programmes d'aide financière, contribuent à la transmission des connaissances en ce qui a trait aux technologies et aux avantages des bâtiments écologiques. La sensibilisation participe également à informer des défis réels qu'imposent les écoconstructions et diminue les incertitudes. Pour améliorer la durabilité du parc de logements, il est aussi primordial de développer une culture de l'entretien des bâtiments. Comme mentionné dans cet essai, les bâtiments âgés qui n'ont pas été entretenus ont beaucoup plus de chance d'être démolis que d'être rénovés.

**11) Réaliser une étude d'envergure sur les freins au développement de l'écoconstruction et de l'écorénovation et adopter un plan d'action stratégique et adapté au contexte québécois**

Comme il a été identifié dans cet essai, plusieurs freins font obstacle au déploiement de l'écoconstruction au Québec. De plus, certains s'entremêlent ce qui complexifie encore plus le tout. Il serait pertinent d'effectuer une étude d'envergure prenant en considération les particularités du Québec et étant axée vers des solutions concrètes.

## CONCLUSION

Le secteur du bâtiment a été identifié comme étant un secteur d'intervention essentiel dans l'atteinte des objectifs de lutte contre les changements climatiques fixés par les instances gouvernementales. En effet, les bâtiments représentent et influencent les comportements et les modes de vie de la population qui sont aussi reflétés par les émissions de GES du secteur du bâtiment. Actuellement, au Québec, le parc de logements est qualifié de vieillissant et fait état d'un manque d'entretien ponctuel. Le parc immobilier québécois intègre peu les principes de durabilité et de performance environnementale. Les bâtiments ont été majoritairement érigés en considération d'une rentabilité économique à court terme et d'un usage unique. Ainsi, des bâtiments qui structurellement pourraient durer sur le très long terme sont détruits, car ils ne sont pas adaptables et ne répondent plus aux besoins de la population. De surcroît, une faible prise en compte des principes de durabilité et de réduction de l'empreinte environnementale est reflétée dans les pratiques et l'offre de produits du secteur de la construction.

À l'ère de la conscientisation environnementale contemporaine et de la naissance du concept de développement durable, certains changements visant d'abord l'efficacité énergétique puis la performance environnementale sont apparus dans le secteur de la construction de bâtiments. À cette époque, l'écoconstruction fait tranquillement son entrée sur le marché. Par définition, le bâtiment écologique répond aux enjeux sociaux et relatifs aux incidences environnementales de la croissance économique, des enjeux mis de l'avant lors de cette période de conscientisation. Maintenant reconnu pour ces avantages environnementaux, sociaux et économiques, le bâtiment durable est envisagé comme une solution concrète dans la lutte contre les changements climatiques et comme un moyen efficace de limiter la détérioration du capital naturel. Pourtant, les écoconstructions ne sont pas la norme au Québec. Considérant les connaissances actuelles et la maturité des technologies et des innovations de l'écoconstruction, le virage vers des constructions plus durables devrait être beaucoup plus rapide. Cependant, de multiples freins au développement entravent considérablement la progression de l'écoconstruction à l'échelle provinciale. Les tendances prospectives indiquent également un besoin très restreint en nouvelles constructions d'ici les prochaines années. Le parc de logements québécois a aussi subi d'importantes transformations au courant des dernières décennies. Une de ces transformations est l'émergence de la rénovation comme tendance dominante. Dans la recension des écrits, la rénovation surpasse toujours la construction neuve en matière de durabilité, la réutilisation de l'existant étant un critère clé. Effectivement, la prolongation de la durée de vie utile des bâtiments limite les incidences liées aux nouvelles phases de construction et de fin de vie, fortement émettrices de carbone et productrices de déchets. La version écologique de la rénovation, l'écorénovation permet de nombreux avantages tels que l'intégration de caractéristiques des écoconstructions aux bâtiments conventionnels existants.

En définitive, l'intérêt de l'écorénovation à participer à la transition écologique du Québec réside dans la compilation de ces éléments : des logements âgés, en déficit d'entretien et inefficients à répondre aux conditions climatiques futures; la faible demande en nouvelles constructions et l'émergence des activités



de rénovation dans les tendances du secteur de la construction. Les recherches et l'analyse ont permis de déterminer qu'afin d'augmenter la durabilité du cadre bâti, une attention particulière doit être portée à la pérennité des produits, des matériaux et des composantes utilisés ainsi qu'à l'adaptabilité du bâtiment. L'analyse prouve à cet effet que l'écorénovation se positionne favorablement sur le plan de la transition écologique. Pour encourager cette transition, des recommandations ont été formulées notamment en ce qui a trait au contexte réglementaire, à la sensibilisation, à l'offre en formations, au développement de certaines innovations et aux incitatifs soutenant l'écoresponsabilité des travaux.

Pour conclure, l'essai a permis : d'identifier les impacts relatifs au cycle de vie des bâtiments justifiant une prise en compte des principes de développement durable; de déterminer dans quelle mesure l'écoconstruction répond au manque de durabilité observé dans le parc immobilier et dans le secteur de la construction puis de lister les freins restreignant l'essor de l'écoconstruction au Québec. Par l'utilisation d'un outil d'aide à la décision multicritère, le potentiel du scénario d'écorénovation a été évalué comparativement aux autres scénarios. Par la suite, par l'analyse, les innovations permettant à l'écorénovation de se positionner parmi les facteurs non négligeables de la transition écologique du Québec ont été déterminées. Puis, en considération des résultats des étapes d'acquisition des connaissances et d'analyse, des recommandations ont été formulées. L'objectif général de l'essai qui était d'évaluer le potentiel du secteur de la rénovation écologique à participer à la transition écologique du Québec a ainsi été atteint.

## RÉFÉRENCES

- Addinsoft. (2020). Analyse hiérarchique des procédés.  
<https://www.xlstat.com/fr/solutions/fonctionnalites/analyse-hi%C3%A9rarchique-des-proc%C3%A9d%C3%A9s>
- Alain, S. (2015). *Évaluation d'outils d'analyse du cycle de vie pour étudier la performance environnementale de bâtiments en bois innovants* (Mémoire de maîtrise, Université Laval, QC, Canada). <https://corpus.ulaval.ca/jspui/bitstream/20.500.11794/26005/1/31666.pdf>
- Alliance HQE-GBC France. (2018). *L'économie circulaire, Tremplin du bâtiment durable pour tous : 15 leviers pour agir*. <http://www.hqegbc.org/wp-content/uploads/2018/01/CadreDefEcoCircuBat-OK.pdf>
- Angot, L. (2016). *Codes et labels énergétiques au service de la transition énergétique : état des lieux au Québec et au Canada* (Projet individuel, MBA, HEC Montréal, QC, Canada). [https://energie.hec.ca/wp-content/uploads/2017/02/Rapport-d%C3%A9tude\\_2017-2\\_ANGOT.pdf](https://energie.hec.ca/wp-content/uploads/2017/02/Rapport-d%C3%A9tude_2017-2_ANGOT.pdf)
- Aquartis. (2019). <http://aquartisworld.com/>
- Association des professionnels de la construction et de l'habitation du Québec. (2008). *Le Guide des options écolos*.  
<https://www.apchq.com/download/7501918a5fc4857bc1a3b774e7d4dcadcaff23.pdf>
- Association des professionnels de la construction et de l'habitation du Québec. (2014). *Portrait régional de la rénovation au Québec 2010-2013*.  
<https://www.apchq.com/download/5a94375cfea86ea73b7a3b8128b15e0e6f3b86ce.pdf>
- Association des professionnels de la construction et de l'habitation du Québec. (2016a). *Réglementation en rénovation : comment s'y retrouver ?*  
<https://www.apchq.com/download/3abd36b47aad3a3bbba544fc19960ed281e36593.pdf>
- Association des professionnels de la construction et de l'habitation du Québec. (2016b). Sondage sur le parc immobilier locatif : il est urgent de freiner sa dégradation. <https://www.newswire.ca/fr/news-releases/sondage-sur-le-parc-immobilier-locatif-il-est-urgent-de-freiner-sa-degradation-597724651.html>
- Association des professionnels de la construction et de l'habitation du Québec. (2017). *Bulletin de l'habitation Bilan 2017 : portrait du secteur de l'habitation pour les régions APCHQ*.  
<https://www.apchq.com/download/7a0bc2ac3a9e723401f8c105d31cc128270b655c.pdf>
- Association des professionnels de la construction et de l'habitation du Québec. (2019). *Consultations prébudgétaires 2019-2020 : miser sur l'habitation c'est choisir toutes les régions du Québec*.  
[http://consultations.finances.gouv.qc.ca/Consultprebudg/2019-2020/memoires/Consultations1920\\_APCHQ.pdf](http://consultations.finances.gouv.qc.ca/Consultprebudg/2019-2020/memoires/Consultations1920_APCHQ.pdf)
- Athena Institute. (2004). *Minnesota demolition survey: Phase two report*. [http://www.athenasmi.org/wp-content/uploads/2012/01/Demolition\\_Survey.pdf](http://www.athenasmi.org/wp-content/uploads/2012/01/Demolition_Survey.pdf)

- Auger, P. (2008). Maladies du travail en bref : quand l'air qu'on respire nous rend malade.  
<https://uttam.quebec/chronique-MT/edifices-malsains.php>
- Banque de développement du Canada. (s. d.). Avantage concurrentiel. <https://www.bdc.ca/fr/articles-outils/boite-outils-entrepreneur/gabarits-documents-guides-affaires/glossaire/pages/avantage-concurrentiel.aspx>
- Bonneau, D. (2018, 21 avril). Jour de la terre : les maisons vertes plus populaires que jamais. *La Presse*.  
[https://plus.lapresse.ca/screens/1d2d7c49-63f2-4fe9-b6ea-86f24088a413\\_\\_7C\\_\\_0.html](https://plus.lapresse.ca/screens/1d2d7c49-63f2-4fe9-b6ea-86f24088a413__7C__0.html)
- Brown, W. M., Hou, F. et Lafrance, A. (2010). *Revenus des Canadiens à l'âge de la retraite et en âge de travailler : prise en compte de la propriété*.  
<https://www150.statcan.gc.ca/n1/fr/pub/11f0027m/11f0027m2010064-fra.pdf?st=Opm2kG0K>
- Canada Green Building Council. (2014). *Canada Green Building Trends : Benefits Driving the New and Retrofit Market*.  
<https://www.cagbc.org/cagbcdocs/resources/CaGBC%20McGraw%20Hill%20Cdn%20Market%20Study.pdf>
- Canada Green Building Council. (2019). *Written Submission for the Pre-Budget Consultations in Advance of the 2020 Budget*.  
[https://www.cagbc.org/cagbcdocs/advocacy/20190725\\_2020\\_Pre\\_Budget\\_Submission\\_FINAL.pdf](https://www.cagbc.org/cagbcdocs/advocacy/20190725_2020_Pre_Budget_Submission_FINAL.pdf)
- Centre canadien d'hygiène et de sécurité au travail. (2015). Maladie du légionnaire.  
<https://www.cchst.ca/oshanswers/diseases/legion.html>
- Centre canadien d'hygiène et de sécurité au travail. (2020). Fiches d'information Réponses SST : qualité de l'air intérieur — Généralités.  
[https://www.cchst.ca/oshanswers/chemicals/iaq\\_intro.html?=&wbdisable=true](https://www.cchst.ca/oshanswers/chemicals/iaq_intro.html?=&wbdisable=true)
- Centre interuniversitaire de recherche en analyse des organisations. (2011). *Analyse multivariée de la rénovation résidentielle au Québec : rapport final*.  
<http://www.habitation.gouv.qc.ca/fileadmin/internet/centredoc/pubSHQ/0000021136.pdf>
- Chaire de gestion du secteur de l'énergie de HEC Montréal. (2017). *État de l'énergie au Québec 2018*.  
[https://batimentdurable.ca/fichiers/depot/eeq2018\\_web-final.pdf](https://batimentdurable.ca/fichiers/depot/eeq2018_web-final.pdf)
- Chayer, J.-A. (2018). *Les impacts environnementaux d'un bâtiment et les outils pour les évaluer*.  
[http://www.habitation.gouv.qc.ca/fileadmin/internet/documents/SHQ/colloque\\_gestionnaire\\_tech\\_nique/2017/CGT-2018-10-impacts-environnement-batiments.pdf](http://www.habitation.gouv.qc.ca/fileadmin/internet/documents/SHQ/colloque_gestionnaire_tech_nique/2017/CGT-2018-10-impacts-environnement-batiments.pdf)
- Circle Economy. (2019). *The Circularity Gap Report 2019*. [https://bfc732f7-80e9-4ba1-b429-7f76cf51627b.filesusr.com/ugd/ad6e59\\_ba1e4d16c64f44fa94fbd8708eae8e34.pdf](https://bfc732f7-80e9-4ba1-b429-7f76cf51627b.filesusr.com/ugd/ad6e59_ba1e4d16c64f44fa94fbd8708eae8e34.pdf)
- Circle Economy. (2020). *The Circularity Gap Report 2020*. [https://assets.website-files.com/5e185aa4d27bcf348400ed82/5e26ead616b6d1d157ff4293\\_20200120%20-%20CGR%20Global%20-%20Report%20web%20single%20page%20-%20210x297mm%20-%20compressed.pdf](https://assets.website-files.com/5e185aa4d27bcf348400ed82/5e26ead616b6d1d157ff4293_20200120%20-%20CGR%20Global%20-%20Report%20web%20single%20page%20-%20210x297mm%20-%20compressed.pdf)

- Cloutier, J.-F. (2007, 30 novembre). Un prêt et une marge hypothécaire « verts ». *La Presse*.  
<https://www.lapresse.ca/affaires/economie/200901/06/01-692108-un-pre-et-une-marge-hypothecaire-verts.php>
- Cole, R. J. (2004). Changing context for environmental knowledge. *Building Research and Information*, volume 32 (2), 91–109.
- Comité sénatorial permanent de l'énergie, de l'environnement et des ressources naturelles. (2018). *Réduire les émissions de gaz à effet de serre provenant de l'environnement bâti du Canada*.  
[https://sencanada.ca/content/sen/committee/421/ENEV/reports/ENEV\\_Batiments\\_FINAL\\_f.pdf](https://sencanada.ca/content/sen/committee/421/ENEV/reports/ENEV_Batiments_FINAL_f.pdf)
- Commission de coopération environnementale. (2008). *Bâtiment écologique en Amérique du Nord : débouchés et défis*. <http://www3.cec.org/islandora/fr/item/2335-green-building-in-north-america-opportunities-and-challenges-fr.pdf>
- Commission de coopération environnementale. (2018). Certification Net Zero Energy Building.  
<http://www5.cec.org/fr/ressources/certification-net-zero-energy-building>
- Conseil du bâtiment durable du Canada — Québec. (2019a). Les impacts du projet Royalmount : mémoire déposé à la Commission sur le développement économique et urbain et de l'habitation, Ville de Montréal.  
[http://ville.montreal.qc.ca/pls/portal/docs/PAGE/COMMISSIONS\\_PERM\\_V2\\_FR/MEDIA/DOCUMENTS/MEM\\_CBDC\\_20190112.PDF](http://ville.montreal.qc.ca/pls/portal/docs/PAGE/COMMISSIONS_PERM_V2_FR/MEDIA/DOCUMENTS/MEM_CBDC_20190112.PDF)
- Conseil du bâtiment durable du Canada — Québec. (2019b). *Rapport d'activités 2018-2019*.  
<https://batimentdurable.ca/fichiers/depot/rapport2019-v10-web.pdf>
- Conseil du bâtiment durable du Canada et Delphi Group. (2016). *Le bâtiment durable au Canada : Évaluer les impacts et les opportunités sur les marchés*.  
[https://www.cagbc.org/cagbcdocs/Le\\_B%C3%A2timent\\_Durable\\_Au\\_Canada\\_CaGBC\\_et\\_Delphi\\_Rapport\\_Sommaire.pdf](https://www.cagbc.org/cagbcdocs/Le_B%C3%A2timent_Durable_Au_Canada_CaGBC_et_Delphi_Rapport_Sommaire.pdf)
- Conseil du bâtiment durable du Canada. (2013). *Mémoire de la Section du Québec du Conseil du bâtiment durable du Canada présenté à la Commission sur les enjeux énergétiques du Québec : consultation publique de la réduction des gaz à effet de serre à l'indépendance énergétique du Québec*. <https://batimentdurable.ca/fichiers/memoire-de-la-section-du-quebec-du-cbdca-consultation-ges-septembre-2013-final.pdf>
- Conseil du bâtiment durable du Canada. (2016). *Les bâtiments comme solutions au changement climatique*.  
[https://www.cagbc.org/cagbcdocs/2016\\_Les\\_B%C3%A2timents\\_Comme\\_Solutions\\_au\\_Changement\\_3.pdf](https://www.cagbc.org/cagbcdocs/2016_Les_B%C3%A2timents_Comme_Solutions_au_Changement_3.pdf)
- Conseil du bâtiment durable du Canada. (2018). *Une feuille de route pour les rénovations : bâtir une solide infrastructure de marché pour l'économie de la rénovation*.  
[https://www.cagbc.org/cagbcdocs/advocacy/CBDca\\_Une\\_feuille\\_de\\_route\\_pour\\_les\\_r%C3%A9novations\\_2018\\_Sommaire.pdf](https://www.cagbc.org/cagbcdocs/advocacy/CBDca_Une_feuille_de_route_pour_les_r%C3%A9novations_2018_Sommaire.pdf)
- Conseil du bâtiment durable du Canada. (2020). Norme du bâtiment à carbone zéro du CBDca : Foire aux questions. [https://www.cagbc.org/CBDcaSiteWeb/Carbone\\_Zero/Foire\\_aux\\_questions.aspx](https://www.cagbc.org/CBDcaSiteWeb/Carbone_Zero/Foire_aux_questions.aspx)

- Corporation des propriétaires immobiliers du Québec. (2011). Ajustements de loyer 2011 : les pires conditions d'investissement en 30 ans pour entretenir les logements, déplore la CORPIQ. [https://www.corpiq.com/fr/nouvelles/734-ajustements-de-loyer-2011-les-pires-conditions-dinvestissement-en-30-ans-pour-entretenir-les-logements-deploire-la-corpiq.html?recherche=hausses&categorie=5&page=2&pageRetour=00\\_101](https://www.corpiq.com/fr/nouvelles/734-ajustements-de-loyer-2011-les-pires-conditions-dinvestissement-en-30-ans-pour-entretenir-les-logements-deploire-la-corpiq.html?recherche=hausses&categorie=5&page=2&pageRetour=00_101)
- Corriveau, J. (2019, 23 mars). Québec vise une baisse de 20 % de la consommation d'eau potable. *Le Devoir*. <https://www.ledevoir.com/politique/quebec/550552/quebec-vise-une-baisse-de-20-de-la-consommation-d-eau-potable>
- Darcy, P. (2012). Les figures de la densification urbaine : quelques exemples. *Urbanité, Hiver 2012*, 13-14. <https://ouq.qc.ca/revues/?date=2012>
- Définitions Marketing*. (s. d.). <https://www.definitions-marketing.com/>
- Deloitte et Conseil du patronat du Québec. (2016). *Étude sur l'écosystème d'affaires de la construction au Québec*. <https://www.cpq.qc.ca/workspace/uploads/author-uploads/cpq-construction270516.pdf>
- Derghazarian, A. (2011). *Les méthodes d'évaluation du bâtiment et du cadre bâti durable* (Mémoire de maîtrise, Université de Sherbrooke, Sherbrooke, QC, Canada). [https://www.usherbrooke.ca/environnement/fileadmin/sites/environnement/documents/Essais2011/Derghazarian\\_Alec\\_\\_memoire\\_.pdf](https://www.usherbrooke.ca/environnement/fileadmin/sites/environnement/documents/Essais2011/Derghazarian_Alec__memoire_.pdf)
- Desrosiers, L. et Tosser, A. (2014). Étude de marché sur le secteur de l'habitation écologique. <https://www.ecohabitation.com/guides/1309/>
- Dodge Data & Analytics. (2016). *World Green Building Trends 2016: Developing Markets Accelerate Global Green Growth*. <https://fidic.org/sites/default/files/World%20Green%20Building%20Trends%202016%20SmartMarket%20Report%20FINAL.pdf>
- Dodge Data & Analytics et Conseil du bâtiment durable du Canada. (2016). *Des bâtiments plus sains au Canada 2016 : transformer la conception et la construction des bâtiments*. [https://www.cagbc.org/cagbcdocs/advocacy/Des\\_batiments\\_plus\\_sains\\_au\\_Canada\\_2016\\_introduction\\_sommaire.pdf](https://www.cagbc.org/cagbcdocs/advocacy/Des_batiments_plus_sains_au_Canada_2016_introduction_sommaire.pdf)
- Dubois, C. (2014). Adapter les quartiers et les bâtiments au réchauffement climatique : une feuille de route pour accompagner les architectes et les designers urbains québécois (Thèse de doctorat, Université Laval et Institut National des Sciences Appliquées, QC et Toulouse, Canada et France). [http://ocpm.qc.ca/sites/ocpm.qc.ca/files/pdf/P80/4.7.12\\_20160209\\_cdubois\\_ocpvm.pdf](http://ocpm.qc.ca/sites/ocpm.qc.ca/files/pdf/P80/4.7.12_20160209_cdubois_ocpvm.pdf)
- Écohabitation. (2012). Faire acheminer les déchets de rénovation vers des écocentres ou des centres de tri. <https://www.ecohabitation.com/guides/2780/faire-acheminer-les-dechets-de-renovation-vers-des-ecocentres-ou-des-centres-de-tri/>
- Écohabitation. (2017). Une maison LEED abordable, est-ce possible ? <https://www.ecohabitation.com/guides/2121/une-maison-leed-abordable-est-ce-possible/>

- Écohabitation. (2018). Combien coûte une maison écologique ?  
<https://www.ecohabitation.com/guides/1805/combien-coute-une-maison-ecologique/>
- Écohabitation. (2020). Construire du neuf ou rénover ?  
<https://www.ecohabitation.com/guides/1019/construire-du-neuf-ou-renover/>
- Écohabitation. (s. d.a). Accréditation ÉcoEntrepreneur. <https://www.ecohabitation.com/ecoentrepreneur/>
- Écohabitation. (s. d.b). LEED V4 pour les habitations : informations techniques.  
<https://www.ecohabitation.com/leed/informations-techniques/>
- Écohabitation. (s. d.c). Rénovation Écohabitation.  
<https://www.ecohabitation.com/municipalites/renovation/>
- Énergéco Concept. (2019). Maisons modulaires préfabriquées au Québec.  
[https://maisonenergeco.com/?gclid=CjwKCAjw5vz2BRAtEiwAbcVIL7jFlrWyjKyNmQ0m8Gi1pV8dprHwrL8yg8XeUE8UB0h0KPe4JwhKfxoCDPMQAvD\\_BwE](https://maisonenergeco.com/?gclid=CjwKCAjw5vz2BRAtEiwAbcVIL7jFlrWyjKyNmQ0m8Gi1pV8dprHwrL8yg8XeUE8UB0h0KPe4JwhKfxoCDPMQAvD_BwE)
- Environnement et Changement climatique Canada. (2019). *Rapport d'inventaire national 1990-2017 : sources et puits de gaz à effet de serre au Canada*.  
[http://publications.gc.ca/collections/collection\\_2019/eccc/En81-4-2017-1-fra.pdf](http://publications.gc.ca/collections/collection_2019/eccc/En81-4-2017-1-fra.pdf)
- Équiterre. (2017). *L'impact des matériaux*.  
[http://equiterre.org/sites/fichiers/infographie\\_impact\\_des\\_materiaux.pdf](http://equiterre.org/sites/fichiers/infographie_impact_des_materiaux.pdf)
- Fleury, M. (2013). Constructions et composantes à durée de vie prolongée. *Voir vert*.  
<http://voirvert.ca/nouvelles/chroniques/constructions-et-composantes-duree-vie-prolongee>
- Friedman, A. et Côté, M. (2002). *Maisons à coût abordables et communautés viables : projets d'une décennie de transition*.  
<http://www.habitation.gouv.qc.ca/fileadmin/internet/publications/0000021203.pdf>
- Global Footprint Network. (2020). <https://www.footprintnetwork.org/>
- Gouvernement du Canada. (2014). *Vivre avec les changements climatiques au Canada : perspectives des secteurs relatives aux impacts et à l'adaptation*.  
[https://www.rncan.gc.ca/sites/www.nrcan.gc.ca/files/earthsciences/pdf/assess/2014/pdf/Rapport-complet\\_Fra.pdf](https://www.rncan.gc.ca/sites/www.nrcan.gc.ca/files/earthsciences/pdf/assess/2014/pdf/Rapport-complet_Fra.pdf)
- Gouvernement du Canada. (2019). R-2000 : maisons écologiques. <https://www.rncan.gc.ca/efficacite-energetique/efficacite-energetique-pour-les/acheter-une-maison-ecoenergetique/r-2000-maisons-ecologiques/20576>
- Gouvernement du Canada. (2020). Réaliser un avenir durable : Stratégie fédérale de développement durable pour le Canada. [http://www.fsds-sfdd.ca/index\\_fr.html#/fr/detail/all/keyword:b%C3%A2timent](http://www.fsds-sfdd.ca/index_fr.html#/fr/detail/all/keyword:b%C3%A2timent)

- Gouvernement du Québec. (2018). *Le Plan économique du Québec*.  
[http://www.budget.finances.gouv.qc.ca/budget/2018-2019/fr/documents/PlanEconomique\\_18-19.pdf](http://www.budget.finances.gouv.qc.ca/budget/2018-2019/fr/documents/PlanEconomique_18-19.pdf)
- Gouvernement du Québec. (2020). Thésaurus de l'activité gouvernementale : fiche du terme Matière résiduelle. <http://www.thesaurus.gouv.qc.ca/tag/terme.do?id=7823>
- Green Building Advisor. (2012). The high cost of deep-energy retrofits.  
<https://www.greenbuildingadvisor.com/article/the-high-cost-of-deep-energy-retrofits>
- Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. (2007). *Bilan 2007 des changements climatiques : conséquences, adaptation et vulnérabilité*.  
<https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2020/02/ar4-wg2-sum-vol-fr.pdf>
- Guesdon, G. (2011). *Évaluation des impacts environnementaux : Aide multicritère à la décision — Comparaison de Saaty*.  
[https://www.gci.ulaval.ca/fileadmin/gci/documents/rgalvez/Cours%20en%20classe/power%20point%20\\_%20Guesdon/Cours%205e\\_Outils%20m%C3%A9thode%20de%20comparaison%20de%20Saaty.pdf](https://www.gci.ulaval.ca/fileadmin/gci/documents/rgalvez/Cours%20en%20classe/power%20point%20_%20Guesdon/Cours%205e_Outils%20m%C3%A9thode%20de%20comparaison%20de%20Saaty.pdf)
- International WELL Building Institute. (s. d.). WELLv2 Better buildings to help people thrive.  
<https://www.wellcertified.com/certification/v2/>
- Irwin, N. B. (2019). Keeping up appearances: Spatial spillovers and housing renovations. *Papers in Regional Science*, 98 (5), 2115-2133.
- Kats, G. (2003). *The Costs and Financial Benefits of Green Buildings*. [https://noharm-uscanada.org/sites/default/files/documents-files/34/Building\\_Green\\_Costs\\_Benefits.pdf](https://noharm-uscanada.org/sites/default/files/documents-files/34/Building_Green_Costs_Benefits.pdf)
- Koulouris, É. (2017). Après 50 ans, où s'en va-t-on ?  
[http://www.habitation.gouv.qc.ca/rendezvous/archives/rendez\\_vous\\_de\\_lhabitation\\_2017/programmation.html](http://www.habitation.gouv.qc.ca/rendezvous/archives/rendez_vous_de_lhabitation_2017/programmation.html)
- Lefebvre, J.-F. (2019). La nécessité d'un 2e acte — MÉMOIRE d'Imagine Lachine-Est sur le Règlement modifiant le Règlement sur la construction et la transformation de bâtiment.  
[http://ville.montreal.qc.ca/pls/portal/docs/PAGE/COMMISSIONS\\_PERM\\_V2\\_FR/MEDIA/DOCUMENTS/MEM\\_JFLEFEBVRE\\_20190418.PDF](http://ville.montreal.qc.ca/pls/portal/docs/PAGE/COMMISSIONS_PERM_V2_FR/MEDIA/DOCUMENTS/MEM_JFLEFEBVRE_20190418.PDF)
- Loi sur le développement durable*, RLRQ, c. D -8.1.1.
- Martin, F. (2012). *La filière éco-construction*. (Fiche technique du Master Conseil en Développement Territorial). Université Jean Monnet de Saint-Étienne et Institut d'Études Politiques de Lyon, France.
- Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques. (2018). *Inventaire québécois des émissions de gaz à effet de serre en 2016 et leur évolution depuis 1990*.  
<http://mdelcc.gouv.qc.ca/changements/ges/2016/inventaire1990-2016.pdf>

Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques. (2020a). Écoétiquette. <http://www.environnement.gouv.qc.ca/developpement/ecoetiquette/details.asp?cle=40>

Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques. (2020b). Engagements du Québec. <http://www.environnement.gouv.qc.ca/changementsclimatiques/engagement-quebec.asp>

Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques. (2020c). La Loi sur le développement durable. <http://www.environnement.gouv.qc.ca/developpement/loi.htm>

Ministère des Affaires municipales et de l'Habitation. (2013). Municipalité durable : des modèles de démarche. <https://www.mamh.gouv.qc.ca/municipalite-durable/entreprendre-une-demarche/modeles-de-demarches/autres-demarches/revitalisation-urbaine-integree/>

Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques. (2018). *Stratégie québécoise de l'eau 2018-2030*. <http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/strategie-quebecoise/strategie2018-2030.pdf>

Mouvement des caisses Desjardins. (2020). Offre pour l'achat ou la construction d'une maison écologique neuve. <https://www.desjardins.com/particuliers/prets-marges-cartes-credit/prets-hypothecaires/offre-habitation-verte/construction-maison-ecologique/index.jsp#:~:text=L'Offre%20habitation%20verte%20de,son%20financement%20hypoth%C3%A9caire%20chez%20Desjardins.>

Office québécois de la langue française. (1999). Fiche terminologique « Syndrome des édifices hermétiques ». [http://gdt.oqlf.gouv.qc.ca/ficheOqlf.aspx?Id\\_Fiche=8387752](http://gdt.oqlf.gouv.qc.ca/ficheOqlf.aspx?Id_Fiche=8387752)

Office québécois de la langue française. (2004). Fiche terminologique « Rénovation ». [http://gdt.oqlf.gouv.qc.ca/ficheOqlf.aspx?Id\\_Fiche=8869764](http://gdt.oqlf.gouv.qc.ca/ficheOqlf.aspx?Id_Fiche=8869764)

Office québécois de la langue française. (2009). Fiche terminologique « Durabilité forte ». [http://gdt.oqlf.gouv.qc.ca/ficheOqlf.aspx?Id\\_Fiche=26503503](http://gdt.oqlf.gouv.qc.ca/ficheOqlf.aspx?Id_Fiche=26503503)

Office québécois de la langue française. (2015). Fiche terminologique « Biomimétique ». [http://gdt.oqlf.gouv.qc.ca/ficheOqlf.aspx?Id\\_Fiche=26532887](http://gdt.oqlf.gouv.qc.ca/ficheOqlf.aspx?Id_Fiche=26532887)

Office québécois de la langue française. (2020). Fiche terminologique « Carbone intrinsèque ». [http://gdt.oqlf.gouv.qc.ca/ficheOqlf.aspx?Id\\_Fiche=26558155](http://gdt.oqlf.gouv.qc.ca/ficheOqlf.aspx?Id_Fiche=26558155)

Office municipal d'habitation de Montréal. (2010). Guide de référence pour l'intégration des principes de développement durable dans la construction et la rénovation des bâtiments. <http://www.cqdd.qc.ca/upload/editeur/file/publication/publication20.pdf>

Organisation de coopération et de développement économiques. (1993). *Glossaire d'économie industrielle et de droit de la concurrence*. <https://www.concurrences.com/fr/glossaire-des-termes-de-concurrence/>

Organisation de coopération et de développement économiques. (2018). OCDE Données : prélèvements d'eau. <https://data.oecd.org/fr/water/prelevements-d-eau.htm#indicator-chart>



Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture. (2003). Normes environnementales et sociales, certification et labellisation des cultures commerciales.  
<http://www.fao.org/3/y5136f/y5136f00.htm#Contents>

Organisation internationale de normalisation (ISO). (2018). Labels et déclarations environnementaux : Délivrance du label environnemental de type I : Principes et procédures. Norme internationale ISO 14024.

Paleshi, A. et Summers, J. (2019). Que nous réservent les futures analyses du cycle de vie des bâtiments ? <https://www.wsp.com/fr-CA/insights/que-nous-reservent-les-futures-analyses-du-cycle-de-vie-des-batiments>

Parent, R.-M. (2020). 10 conseils pour des rénovations écologiques.  
<https://soumissionrenovation.ca/fr/blogue/10-conseils-pour-renovations-ecologiques>

Preservation Green Lab. (2011). *The Greenest Building: Quantifying the Environmental Value of Building Reuse*. [https://living-future.org/wp-content/uploads/2016/11/The\\_Greenest\\_Building.pdf](https://living-future.org/wp-content/uploads/2016/11/The_Greenest_Building.pdf)

RECYC-QUÉBEC. (2009). *Bilan 2008 de la gestion des matières résiduelles au Québec*.  
<https://www.recyc-quebec.gouv.qc.ca/sites/default/files/documents/bilan-gmr-2008.pdf>

RECYC-QUÉBEC. (2012). *Bilan 2010-2011 de la gestion des matières résiduelles au Québec*.  
<https://www.recyc-quebec.gouv.qc.ca/sites/default/files/documents/bilan-gmr-2010-2011.pdf>

RECYC-QUÉBEC. (2014). *Bilan 2012 de la gestion des matières résiduelles au Québec*.  
<https://www.recyc-quebec.gouv.qc.ca/sites/default/files/documents/bilan-gmr-2012.pdf>

RECYC-QUÉBEC. (2017). *Bilan 2015 de la gestion des matières résiduelles au Québec*.  
<https://www.recyc-quebec.gouv.qc.ca/sites/default/files/documents/bilan-gmr-2015.pdf>

RECYC-QUÉBEC. (2018). *Fiche informative : résidus de construction, de rénovation et de démolition (CRD)*. <https://www.recyc-quebec.gouv.qc.ca/sites/default/files/documents/Fiche-info-crd.pdf>

Régie du bâtiment du Québec. (2016). *Plan d'action de développement durable 2016-2020 de la Régie du bâtiment du Québec*.  
<https://www.rbq.gouv.qc.ca/fileadmin/medias/pdf/Publications/francais/plan-action-developpement-durable-2016-2020.pdf>

Régie du bâtiment du Québec. (2020). Efficacité énergétique : survol du règlement sur l'efficacité énergétique. <https://www.rbq.gouv.qc.ca/les-grands-dossiers/efficacite-energetique/survol-du-reglement-sur-lefficacite-energetique.html>

Retrofit Canada. (2019). <https://retrofitcanada.com/>

Roux, M. (2012). Modélisation des données du bâtiment : Top modèles. *Esquisses*, 23(3), 26-27.  
[https://www.oaq.com/esquisses/archives\\_en\\_html/tendances\\_en\\_architecture/dossier/modelisation\\_des\\_donnees\\_du\\_batiment.html](https://www.oaq.com/esquisses/archives_en_html/tendances_en_architecture/dossier/modelisation_des_donnees_du_batiment.html) :

- Roy, B. (2001). Optimisation et analyse multicritère. Dans C. Jessua, C. Labrousse et D. Vitry (dir.), *Dictionnaire des sciences économiques* (p. 640-643). Presses Universitaires de France.
- Roy-Touchette, J. (2019). Santé et pouvoir du mouvement environnemental québécois : vers une plus grande influence pour des politiques publiques ambitieuses (Essai de maîtrise, Université de Sherbrooke, Sherbrooke, QC, Canada).  
[https://savoirs.usherbrooke.ca/bitstream/handle/11143/15808/Roy\\_Touchette\\_Julia\\_MEnv\\_2019.pdf?sequence=4&isAllowed=y](https://savoirs.usherbrooke.ca/bitstream/handle/11143/15808/Roy_Touchette_Julia_MEnv_2019.pdf?sequence=4&isAllowed=y)
- Ruschi Mendes Saade, M. (2019). L'impact environnemental des bâtiments : avons-nous perdu la vue d'ensemble ? <https://www.sciencepresse.qc.ca/blogue/liride/2019/04/25/impact-environnemental-batiments-avons-nous-perdu-vue-ensemble>
- Secrétariat du Conseil du trésor du Canada. (1998). Guide environnemental pour les gestionnaires immobiliers fédéraux.
- Sirois, M.-È. (2015). Le biomimétisme : l'inspiration de la nature. *Voir vert*.  
<https://www.voirvert.ca/nouvelles/tendances/le-biomimetisme-inspiration-la-nature>
- Société canadienne d'hypothèques et de logement. (2012). *Rapport sur la rénovation et l'achat de logements*. [http://publications.gc.ca/collections/collection\\_2012/schl-cmhc/NH12-261-2012-fra.pdf](http://publications.gc.ca/collections/collection_2012/schl-cmhc/NH12-261-2012-fra.pdf)
- Société canadienne d'hypothèques et de logement. (2018a). Conception universelle et modèles de logements adaptables. <https://www.cmhc-schl.gc.ca/fr/developing-and-renovating/accessible-adaptable-housing/universal-design-adaptable-housing-models>
- Société canadienne d'hypothèques et de logement. (2018b). SCHL Maison écolo. <https://www.cmhc-schl.gc.ca/fr/finance-and-investing/mortgage-loan-insurance/mortgage-loan-insurance-homeownership-programs/energy-efficient-housing-made-more-affordable-with-mortgage-loan-insurance>
- Société d'habitation du Québec. (1993). *La rénovation résidentielle : un engagement commun pour la qualité de vie et la croissance économique*.  
<http://www.habitation.gouv.qc.ca/fileadmin/internet/publications/0000021352.pdf>
- Société d'habitation du Québec. (1994). *Les besoins d'information en matière de rénovation résidentielle au Québec*. <http://www.habitation.gouv.qc.ca/fileadmin/internet/publications/0000021314.pdf>
- Société d'habitation du Québec. (2005). *Politiques et interventions en habitation : analyse des tendances récentes en Amérique du Nord et en Europe*.  
<http://www.habitation.gouv.qc.ca/fileadmin/internet/centredoc/pubSHQ/0000021242.pdf>
- Société d'habitation du Québec. (2011). Le vieillissement de la population et le logement : exploration en banlieue. *Le bulletin d'information de la Société d'habitation du Québec*, 5(2).  
<http://www.habitation.gouv.qc.ca/fileadmin/internet/publications/H01152.pdf>

- Société d'habitation du Québec. (2012). *L'évolution démographique et le logement au Québec : rétrospective 1991-2006 et perspectives 2006-2056*. [http://www.bdso.gouv.qc.ca/docs-ken/multimedia/PB01661FR\\_demographie\\_logement2006\\_2056H00F00.pdf](http://www.bdso.gouv.qc.ca/docs-ken/multimedia/PB01661FR_demographie_logement2006_2056H00F00.pdf)
- Société d'habitation du Québec. (2013). *Habitation Québec — Le bulletin d'information de la Société d'habitation du Québec* (Numéro spécial – Entretiens sur l'habitat). <http://www.habitation.gouv.qc.ca/fileadmin/internet/publications/0000022423.pdf>
- Société d'habitation du Québec. (2018). *Plan d'action en développement durable 2017-2021*. <http://www.habitation.gouv.qc.ca/fileadmin/internet/publications/plan-action-developpement-durable-2017-2021.pdf>
- Société d'habitation du Québec. (s. d.). *Programme Rénovation Québec*. [http://www.habitation.gouv.qc.ca/fileadmin/internet/documents/depliant\\_renovation\\_quebec.pdf](http://www.habitation.gouv.qc.ca/fileadmin/internet/documents/depliant_renovation_quebec.pdf)
- Société québécoise des infrastructures. (2016). *Guide d'application du processus de conception intégrée à la Société québécoise des infrastructures*. [https://www.sqi.gouv.qc.ca/BIM-PCI/Documents/PCI-Guide\\_V2.pdf](https://www.sqi.gouv.qc.ca/BIM-PCI/Documents/PCI-Guide_V2.pdf)
- Solution ERA. (2018). Qu'est-ce qu'une maison écoabordable ? <http://solutionera.com/habitation-ecologique/une-maison-eco-abordable/>
- Soucy, S. (2015). Avancée biophilique. *Voir vert*. <https://www.voirvert.ca/nouvelles/dossiers/avancee-biophilique>
- Statistique Canada. (2017). *Le logement au Canada : faits saillants du Recensement de 2016*. <https://www150.statcan.gc.ca/n1/fr/daily-quotidien/171025/dq171025c-fra.pdf?st=cBqx9y1X>
- Strain, L. (2016). Building materials and the time value of carbon. <https://www.buildinggreen.com/op-ed/building-materials-and-time-value-carbon>
- Tero. (2020). <https://teroproducts.com/>
- TerraVie. (2010). Le Roseau épurateur pour un assainissement écologique des eaux usées. <http://www.terravie.org/?p=1202>
- The Atmospheric Fund. (2017). *Embodied Carbon in Construction: Policy Primer for Ontario*. <http://taf.ca/wp-content/uploads/2018/04/Embodied-Carbon-in-Construction.PRIMER-FINAL.pdf>
- Transition énergétique Québec. (2020). Programmes. <https://transitionenergetique.gouv.qc.ca/residentiel>
- United States Green Building Council et Conseil du bâtiment durable du Canada (2011). *Système d'évaluation LEED 2009 pour l'aménagement des quartiers avec les méthodes de conformité de rechange du Canada*. [https://www.cagbc.org/cagbcdocs/LEED%202009%20for%20ND%20with%20Canadian%20ACP\\_final\\_french\\_HR2.pdf](https://www.cagbc.org/cagbcdocs/LEED%202009%20for%20ND%20with%20Canadian%20ACP_final_french_HR2.pdf)

- URBANOVA Projet immobilier Terrebonne. (2020). *Grille d'évaluation de l'empreinte écologique des immeubles*. <https://www.urbanova.ca/uploads/grille-evaluation-empreinte-ecologique-urbanova.pdf>
- Urli, B. (2013). Méthode Omnicritère — méthode d'aide à la concertation, à la décision, et à la gestion de projet. <http://www.bv.transports.gouv.qc.ca/mono/1169003.pdf>
- Vachon, N. (2018). *Étude sur l'abordabilité de l'écoconstruction : le cas de la maison ERE 132* (Essai de maîtrise, Université de Sherbrooke, Sherbrooke, QC, Canada). [https://savoirs.usherbrooke.ca/bitstream/handle/11143/11894/Vachon\\_Nicholas\\_MEnv\\_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://savoirs.usherbrooke.ca/bitstream/handle/11143/11894/Vachon_Nicholas_MEnv_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Ville de Montréal. (2016). *Réglementation et outils municipaux sur le bâtiment durable*. [http://ville.montreal.qc.ca/pls/portal/docs/PAGE/COMMISSIONS\\_PERM\\_V2\\_FR/MEDIA/DOCUMENTS/DOCCONSULT\\_20161006.PDF](http://ville.montreal.qc.ca/pls/portal/docs/PAGE/COMMISSIONS_PERM_V2_FR/MEDIA/DOCUMENTS/DOCCONSULT_20161006.PDF)
- Ville de Victoriaville. (2013). Habitation DURABLE. <http://www.habitationdurable.com/victoriaville/>
- Ville de Victoriaville. (2020). *Grille de pointage du programme Victoriaville — Habitation DURABLE*. <https://www.munidata.ca/upload/contentsFile/file/lng/3823fr-CA.pdf>
- Villeneuve, C., Riffon, O. et Tremblay, D. (2016) *Comment réaliser une analyse de développement durable ? Guide d'utilisation de la Grille d'analyse de développement durable*. [http://ecoconseil.uqac.ca/wp-content/uploads/2017/04/Guide\\_utilisation\\_GADD\\_2016\\_SM.pdf](http://ecoconseil.uqac.ca/wp-content/uploads/2017/04/Guide_utilisation_GADD_2016_SM.pdf)
- Vivien, F. (2009). Les modèles économiques de soutenabilité et le changement climatique. *Regards croisés sur l'économie*, 6(2), 75-83. <https://www.cairn.info/journal-regards-croises-sur-l-economie-2009-2-page-75.htm?contenu=article>
- Vivre en Ville et Écobâtiment. (2017). *Réussir l'habitat dense : dix clés pour des habitations compactes, attrayantes et performantes*. [https://vivreenville.org/media/571614/vev\\_habitat\\_durable.pdf](https://vivreenville.org/media/571614/vev_habitat_durable.pdf)
- Vivre en Ville. (s. d.a). Collectivité viable. <http://collectivitesviables.org/articles/collectivite-viable.aspx>
- Vivre en Ville. (s. d.b). Ilot de chaleur urbain. <http://collectivitesviables.org/articles/ilots-de-chaleur-urbains.aspx>
- Vivre en Ville. (s. d.c). Logement abordable. <http://collectivitesviables.org/articles/logement-abordable.aspx>
- Vivre en Ville. (s. d.d). Requalification. <http://collectivitesviables.org/sujets/requalification.aspx>
- Vivre en Ville. (s. d.e). Urbanisation intercalaire. <http://collectivitesviables.org/articles/urbanisation-intercalaire/>
- Voir vert. (s. d). Résistance thermique (R et RSI). <https://www.voirvert.ca/communaute/wiki/resistance-thermique-r-et-rsi>

Voir vert. (2010a). Green Globes/Green Globes Design.  
<https://www.voirvert.ca/savoir/ressources/certifications-batiments/green-globes%2%ae-green-globes-designtm>

Voir vert. (2010b). LEED. [https://www.voirvert.ca/savoir/ressources/certifications-batiments/leed%C2%AE?gclid=Cj0KCQiAs67yBRC7ARIsAF49CdVZDjpdNkHTD7I57IwbM\\_MboukEU0JOL3GZQdHcpNbiCsmo8o5KZPoaAnD0EALw\\_wcB](https://www.voirvert.ca/savoir/ressources/certifications-batiments/leed%C2%AE?gclid=Cj0KCQiAs67yBRC7ARIsAF49CdVZDjpdNkHTD7I57IwbM_MboukEU0JOL3GZQdHcpNbiCsmo8o5KZPoaAnD0EALw_wcB)

## BIBLIOGRAPHIE

Chantier de l'économie sociale. (2020). Définition. <https://chantier.qc.ca/decouvrez-leconomie-sociale/definition/>

Le rendez-vous des écomatériaux. (s. d.). <https://rendezvousdesecomateriaux.com/>

Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs. (2009). *Guide pour la prise en compte des principes de développement durable*.  
<http://www.environnement.gouv.qc.ca/developpement/Outils/guide-principesdd.pdf>

Nature Fibres. (2017). Manufacturier de biomatériaux. <https://naturefibres.com/>

**ANNEXE 1 — PRINCIPES DE LA LOI SUR LE DÉVELOPPEMENT DURABLE** (tiré de : *Loi sur le développement durable*)

Principes	Définition
Santé et qualité de vie	Les personnes, la protection de leur santé et l'amélioration de leur qualité de vie sont au centre des préoccupations relatives au développement durable. Les personnes ont droit à une vie saine et productive, en harmonie avec la nature.
Équité et solidarité sociales	Les actions de développement doivent être entreprises dans un souci d'équité intra et intergénérationnelle ainsi que d'éthique et de solidarité sociales.
Protection de l'environnement	Pour parvenir à un développement durable, la protection de l'environnement doit faire partie intégrante du processus de développement.
Efficacité économique	L'économie du Québec et de ses régions doit être performante, porteuse d'innovation et d'une prospérité économique favorable au progrès social et respectueuse de l'environnement.
Participation et engagement	La participation et l'engagement des citoyens et des groupes qui les représentent sont nécessaires pour définir une vision concertée du développement et assurer sa durabilité sur les plans environnemental, social et économique.
Accès au savoir	Les mesures favorisant l'éducation, l'accès à l'information et la recherche doivent être encouragées de manière à stimuler l'innovation ainsi qu'à améliorer la sensibilisation et la participation effective du public à la mise en œuvre du développement durable.
Subsidiarité	Les pouvoirs et les responsabilités doivent être délégués au niveau approprié d'autorité. Une répartition adéquate des lieux de décision doit être recherchée, en ayant le souci de les rapprocher le plus possible des citoyens et des communautés concernés.
Partenariat et coopération intergouvernementale	Les gouvernements doivent collaborer afin de rendre durable le développement sur les plans environnemental, social et économique. Les actions entreprises sur un territoire doivent prendre en considération leurs impacts à l'extérieur de celui-ci.
Prévention	En présence d'un risque connu, des actions de prévention, d'atténuation et de correction doivent être mises en place, en priorité à la source.
Précaution	Lorsqu'il y a un risque de dommage grave ou irréversible, l'absence de certitude scientifique complète ne doit pas servir de prétexte pour remettre à plus tard l'adoption de mesures effectives visant à prévenir une dégradation de l'environnement.
Protection du patrimoine culturel	Le patrimoine culturel, constitué de biens, de lieux, de paysages, de traditions et de savoirs, reflète l'identité d'une société. Il transmet les valeurs de celle-ci de génération en génération et sa conservation favorise le caractère durable du développement. Il importe d'assurer son identification, sa protection et sa mise en valeur, en tenant compte des composantes de rareté et de fragilité qui le caractérisent.
Préservation de la biodiversité	La diversité biologique rend des services inestimables et doit être conservée pour le bénéfice des générations actuelles et futures. Le maintien des espèces, des écosystèmes et des processus naturels qui entretiennent la vie est essentiel pour assurer la qualité de vie des citoyens.
Respect de la capacité de support des écosystèmes	Les activités humaines doivent être respectueuses de la capacité de support des écosystèmes et en assurer la pérennité.
Production et consommation responsables	Des changements doivent être apportés dans les modes de production et de consommation en vue de rendre ces dernières plus viables et plus responsables sur les plans social et environnemental, entre autres par l'adoption d'une approche d'écoefficiency, qui évite le gaspillage et qui optimise l'utilisation des ressources.
Pollueur payeur	Les personnes qui génèrent de la pollution ou dont les actions dégradent autrement l'environnement doivent assumer leur part des coûts des mesures de prévention, de réduction et de contrôle des atteintes à la qualité de l'environnement et de la lutte contre celles-ci.
Internalisation des coûts	La valeur des biens et des services doit refléter l'ensemble des coûts qu'ils occasionnent à la société durant tout leur cycle de vie, de leur conception jusqu'à leur consommation et leur disposition finale.

**ANNEXE 2 — FACTEURS INFLUENÇANT LA PROBABILITÉ DE RÉNOVER** (tiré de : CIRANO, 2011; APCHQ, 2014)

Facteurs ayant une influence		Quelques constats
<b>Caractéristiques des ménages</b>	<p>Le revenu annuel du ménage</p> <p>L'âge du répondant</p> <p>Le nombre d'années d'habitation dans la résidence concernée</p>	<p>« Les différentes classes de revenu ont des effets qui sont très peu linéaires sur les différentes variables étudiées. Ces variables ont surtout des effets significatifs sur les montants dépensés en rénovations, particulièrement pour l'achat personnel de matériaux.</p> <p>Le montant des rénovations augmente généralement avec le revenu des ménages.</p> <p>L'âge semble également avoir des effets peu linéaires. Les effets varient beaucoup selon la catégorie de rénovation utilisée.</p> <p>Le nombre d'années d'habitation dans la résidence concernée a un impact négatif sur la probabilité de rénover ainsi que sur les montants dépensés.</p>
<b>Facteurs liés au bâtiment</b>	<p>L'année de construction de la résidence</p> <p>La valeur foncière de la résidence</p> <p>La présence d'hypothèque rattachée à celle-ci et sa valeur, le cas échéant</p>	<p>Les maisons construites entre 1970 et 1980 ont une moins grande probabilité marginale d'être rénovées et elles nécessitent un apport d'argent moins élevé en rénovations par rapport aux maisons construites avant 1970. Les maisons construites entre 1980 et 1990 ont une plus grande probabilité marginale de faire l'objet de rénovations et nécessitent de moins grandes dépenses de contractuels par rapport aux maisons construites avant 1980. Les maisons construites entre 1990 et 1995 ont une moins grande probabilité marginale d'être rénovées par rapport aux maisons construites avant 1990.</p> <p>Les maisons d'une valeur foncière de "75 000 \$ à 100 000 \$" ont une plus forte probabilité d'être rénovées et elle nécessite également un plus grand apport d'argent.</p> <p>Les ménages possédant une hypothèque de "40 000 \$ à 60 000 \$" ont une probabilité marginale plus élevée de rénover. »</p>



**ANNEXE 3 — CATÉGORIES DE CRITÈRES DU SYSTÈME D'ÉVALUATION LEED ET PRÉREQUIS ET CRÉDITS DU SYSTÈME D'ÉVALUATION LEED 2009 POUR L'AMÉNAGEMENT DES QUARTIERS** (tiré de : Écohabitation, s. d.b; United States Green Building Council et CBD Ca, 2011)

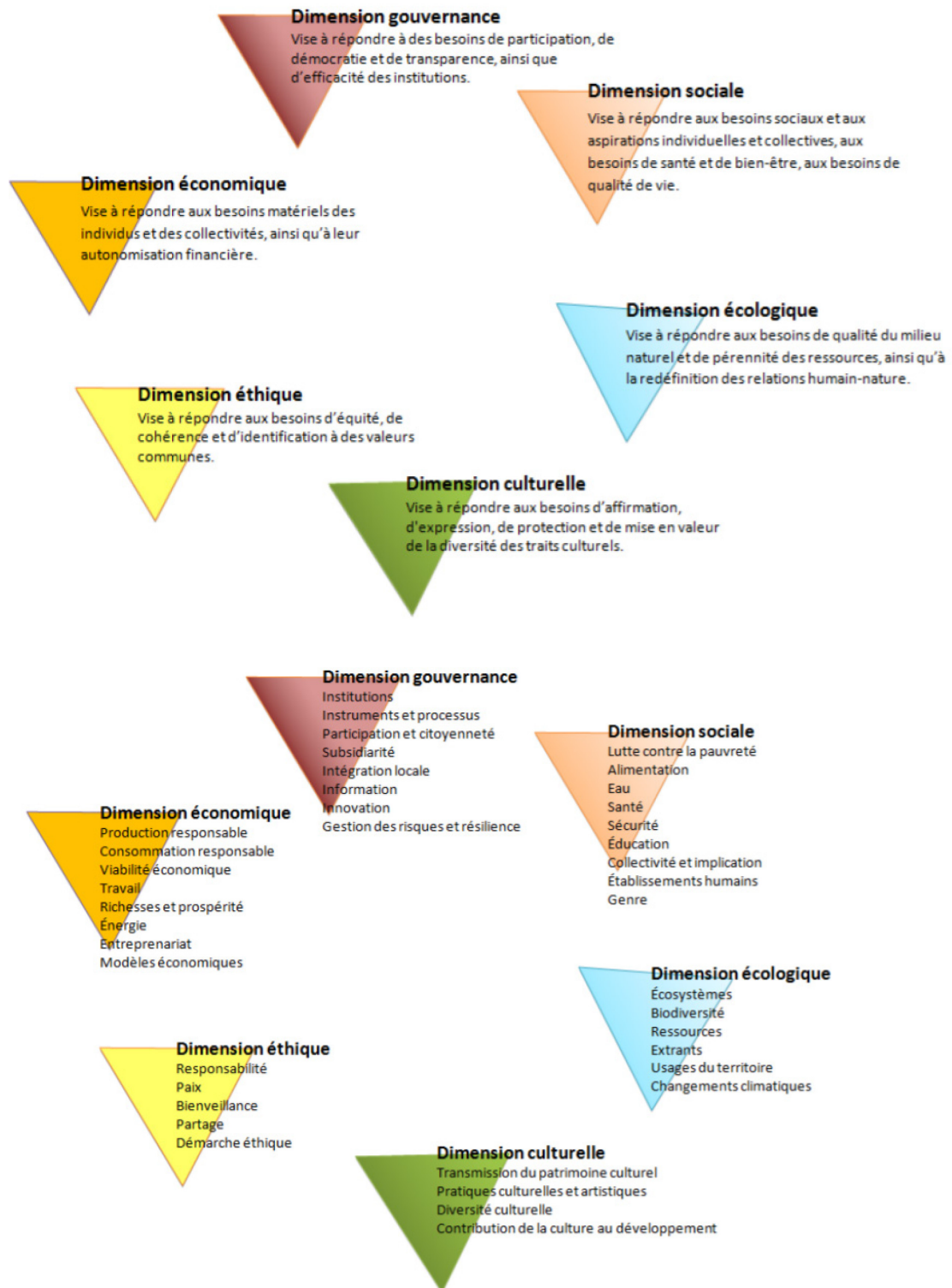
	<b>Emplacement et liaison (EL)</b>	Emplacement du projet dans un contexte socialement et écologiquement viable
	<b>Aménagement écologique des sites (AÉS)</b>	Utilisation du terrain qui minimise l'impact sur le site et qui favorise l'infiltration des eaux de pluie
	<b>Gestion efficace de l'eau (GEE)</b>	Mesures de conservation d'eau, à l'intérieur et à l'extérieur
	<b>Énergie et atmosphère (ÉA)</b>	Haute performance énergétique de l'enveloppe du bâtiment et des équipements
	<b>Matériaux et ressources (MR)</b>	Utilisation efficace des matériaux, la sélection de matériaux écologiques et la réduction des déchets
	<b>Qualité des environnements intérieurs (QEI)</b>	Amélioration de la qualité de l'air par la réduction et l'élimination des polluants
	<b>Innovation (IN)</b>	Crédits pour l'innovation et la performance exemplaire
	<b>Priorité régionale (PR)</b>	Crédits régionaux

**Figure A**                      **Catégories de critères du système LEED**

**Tableau A      Prerequis et crédits du système d'évaluation LEED 2009 pour l'aménagement des quartiers**

<b>Préalables exigés</b>	Bâtiment durable certifié
	Niveau d'efficacité énergétique minimal pour le bâtiment
	Efficacité minimale de la gestion de l'eau dans les bâtiments
	Prévention de la pollution dans les activités de construction
<b>Crédits</b>	Bâtiments durables certifiés
	Efficacité énergétique des bâtiments
	Gestion efficace de l'eau dans les bâtiments
	Aménagement paysager économe en eau
	Réutilisation de bâtiments existants
	Préservation et conservation intégrée des ressources patrimoniales
	Minimisation de la perturbation du site par la conception et la construction
	Gestion des eaux pluviales
	Réduction des ilots de chaleur
	Orientation solaire
	Sources d'énergie renouvelable sur le site
	Système de chauffage et de refroidissement collectifs
	Efficacité énergétique de l'infrastructure
	Gestion des eaux usées
	Contenu recyclé dans l'infrastructure
	Infrastructure de la gestion des déchets solides
	Réduction de la pollution lumineuse

**ANNEXE 4 — LES SIX DIMENSIONS ET LEURS THÈMES RESPECTIFS** (tiré de : Villeneuve, Riffon et Tremblay, 2016)



## ANNEXE 5 — SÉLECTION DES CRITÈRES ET SOUS-CRITÈRES DE LA PREMIÈRE ANALYSE AHP

Les justifications sont le résultat de l'appropriation des connaissances par l'auteure à la suite de la revue de la littérature.

Critères	Sous-critères		Exemples de thèmes et d'enjeux de développement durable en lien	Justifications
Économique (ÉCO)	ÉCO 1	Abordabilité	Accessibilité, réduction des inégalités	L'abordabilité est un facteur clé dans la popularité d'un produit ou d'un service. Les innovations de l'écoconstruction se doivent d'être abordables. Les avantages qu'elles procurent sur le plan de l'environnement et de la qualité de vie ne doivent pas uniquement être réservés à quelques classes de la société.
	ÉCO 2	Besoin réel	Adéquation entre les besoins réels et la production de biens et services	L'offre de biens et de services doit répondre quantitativement et qualitativement aux besoins exprimés par la demande. De plus, la durabilité d'un produit s'évalue notamment par le fait qu'il répond à un besoin réel et non à une optique de consommation.
	ÉCO 3	Création d'emplois	Accès à l'occupation, richesse et prospérité	La création d'emplois participe à la vitalité économique de la société. Les opportunités de développement économique doivent être profitables aussi pour la main-d'œuvre.
	ÉCO 4	Développement d'une expertise québécoise et compétitivité sur les marchés internationaux	Développement de l'entrepreneuriat, accès équitable aux moyens de production de la richesse, soutenir l'innovation	Les innovations de l'écoconstruction commencent à paraître sur les marchés internationaux. Le Québec doit développer une expertise afin de profiter de cette opportunité économique. En développement durable, l'entrepreneuriat constitue un moteur de changement.
	ÉCO 5	Économie sociale et solidaire	Modèle économique basé sur l'économie sociale, gouvernance démocratique, bienveillance dans la redistribution, partage	En fonction des principes de développement durable, le développement de produits et de services se doit d'être profitable sur le plan local et collectif plutôt que sur le plan privé et exclusif. Les modèles basés sur l'économie sociale répondent aux besoins et dirigent les profits à la collectivité. Le calcul de la valeur économique totale (incluant toutes les formes de capitaux, dont le capital naturel et le capital social) est essentiel dans le but de limiter les impacts économiques négatifs qui peuvent affecter les générations actuelles et futures.
	ÉCO 6	Retombées économiques locales	Croissance des richesses, économie locale	Il est important de maximiser les retombées socioéconomiques pour que ces dernières augmentent la richesse. Celle-ci participe à améliorer la prospérité et la qualité de vie générale de la collectivité.
	ÉCO 7	Viabilité économique	Rentabilité, efficacité économique	La viabilité économique assure fréquemment la pérennité et la réalisation d'une activité. La viabilité économique doit suppléer à la vision classique de rentabilité. La maximisation des profits économiques ne doit pas surpasser en matière de priorité la maximisation des bénéfices sur l'environnement et la société.

Critères	Sous-critères		Exemples de thèmes et d'enjeux de développement durable en lien	Justifications
Social (humain et collectivité) (SOC)	SOC 1	Amélioration de l'adaptabilité	Inclusion des besoins locaux et générationnels	L'amélioration de l'adaptabilité des bâtiments est essentielle afin de prolonger la durée de vie utile des bâtiments et d'éviter la démolition et la nouvelle construction, deux phases ayant d'importantes incidences environnementales.
	SOC 2	Amélioration des enjeux relatifs à la santé, à la sécurité et à la qualité de vie	Lutte contre la pauvreté, réduire ou prévenir les nuisances à la santé et la sécurité, promouvoir les environnements sains et les actions préventives, améliorer et maintenir l'état de santé des populations	Comme la population évolue à l'intérieur des bâtiments, ces derniers doivent permettre d'améliorer la qualité et l'espérance de vie des populations, de réduire les expositions aux risques et d'améliorer le sentiment de sécurité. Pour augmenter la durabilité, il faut agir sur les milieux et les conditions qui structurent les comportements et les modes de vie.
	SOC 3	Dynamisme social	Améliorer l'autonomie et la résilience des collectivités, promouvoir l'implication, acceptabilité sociale, favoriser l'inclusivité, participation des parties prenantes	La cohésion et la solidarité d'une communauté améliorent sa résilience et son autonomie, des aspects structurants de la collectivité viable. La participation, l'implication et l'acceptabilité quant à l'amélioration du cadre bâti sont primordiales, car la collectivité occupe et évolue dans les bâtiments.
	SOC 4	Éducation et sensibilisation à l'environnement et au développement durable	Participation du public à la mise en œuvre du développement durable, favoriser l'innovation	L'éducation et la sensibilisation sont porteuses de changement dans la société en informant la population en ce qui a trait à la situation actuelle, ses responsabilités et ses possibilités d'action. L'éducation et la sensibilisation permettent l'apprentissage de modes de vie plus durables en amenant les individus à agir et à prendre des décisions dans l'optique où l'humanité entretient une relation d'interdépendance avec la nature. Elles permettent également de favoriser les innovations.
	SOC 5	Optimisation de l'espace urbain	Optimiser l'usage du territoire, sécuriser et fiabiliser le domaine foncier, équité et solidarité territoriale	L'optimisation du territoire est importante afin de subvenir aux besoins de la population en évitant la surconsommation d'espace et l'étalement urbain qui empiètent sur les milieux naturels. L'optimisation du territoire favorise la prise en compte des possibilités de développement et des capacités de support locales.
	SOC 6	Protection du patrimoine culturel	Conservation, restauration et transmission du patrimoine culturel	Le patrimoine culturel favorise le sentiment d'appartenance et représente l'historique et l'identité d'une société, c'est pourquoi il est important de le préserver lors des travaux touchant le cadre bâti.
	SOC 7	Respect de la culture et des traditions locales	Expression, contribution de la culture au développement	Comme la culture évolue avec le temps, l'intégration du développement durable à la culture se fait peu à peu. Pour faire bonne figure sur le plan de la durabilité, une innovation doit être orientée vers des pratiques et des modes de vie plus durables tout en respectant les pratiques culturelles et locales. Ces dernières deviendront de plus en plus durables et orienteront les besoins en innovations futurs.

Critères	Sous-critères		Exemples de thèmes et d'enjeux de développement durable en lien	Justifications
Environnemental (milieu naturel et environnement bâti) (ENV)	ENV 1	Diminution des émissions de GES (exploitation)	Réduction des GES	Les bâtiments contribuent aux émissions de GES provinciales. Les GES sont un des indicateurs des plus utilisés lorsqu'il est question de changements climatiques. Ces derniers sont fortement tributaires des activités anthropiques et auront des conséquences au niveau de l'environnement, du social et de l'économie.
	ENV 2	Diminution des émissions de GES (intrinsèque)	Réduction des GES	Les émissions intrinsèques sont peu prises en considération dans les systèmes d'évaluation environnementale. Elles proposent toutefois un bon potentiel de réduction.
	ENV 3	Gestion des problématiques urbaines	Gestion des îlots de chaleur, gestion des eaux pluviales, réduction de la pollution lumineuse	Les problématiques des villes contemporaines monopolisent une somme incroyable de fonds limitant ainsi l'investissement dans d'autres domaines dont l'environnement et le social. De plus, elles nuisent à la qualité de vie de la collectivité.
	ENV 4	Réduction de la consommation énergétique du bâtiment	Utilisation de l'énergie de moindre impact, utilisation judicieuse de l'énergie	La réduction de la consommation énergétique est profitable à plusieurs échelles. Elle permet de diminuer d'une part les dépenses des ménages et d'autre part les dépenses collectives. Une meilleure efficacité des bâtiments limite les besoins énergétiques évitant ainsi la construction de nouvelles centrales ou l'achat d'énergie non renouvelable et par le fait même, les émissions de GES tributaires de ces activités.
	ENV 5	Réduction de la production de déchets	Limiter les rejets dans l'environnement, réduction des extrants	Dans une perspective d'économie circulaire, les déchets doivent être idéalement évités, sinon limités. En fonction des 3RV, une matière doit être évitée (réduite à la source), réemployée, recyclée puis valorisée. Dans le secteur de la construction, cela vise donc la réduction du gaspillage des ressources naturelles, la limitation des besoins en nouvelles matières premières et la gestion des matières de CRD. La réduction des déchets est importante afin de respecter la capacité de support de la planète et afin de limiter la pollution des écosystèmes.
	ENV 6	Réutilisation de l'existant	Optimiser les ressources en fin de vie, prolonger la durée d'usage	La réutilisation de l'existant permet de limiter considérablement les incidences environnementales liées aux phases de fin de vie et de construction de nouveaux bâtiments, notamment la production de déchets.

Les sous-critères environnementaux participent tous à la réduction de l'empreinte environnementale. Cette dernière est cruciale dans l'atteinte des objectifs de lutte contre les changements climatiques. Elle est aussi essentielle dans le but de limiter la détérioration de la qualité de l'environnement qui est primordiale au maintien des services écosystémiques. La production et la consommation sont des activités qui doivent changer afin d'intégrer le développement durable. Pour y parvenir, les innovations de l'écoconstruction représentent des solutions potentielles. Elles initient aux pratiques et aux matériaux orientés vers des principes de développement durable notamment la limitation de l'utilisation des ressources, l'usage de ressources de moindre impact, la planification du cycle de vie et l'écoconception.

## ANNEXE 6 — SÉLECTION DES ALTERNATIVES DE LA PREMIÈRE ANALYSE AHP

La sélection des alternatives reprend les innovations abordées au courant de l'essai, principalement celles du tableau 2.2. Certaines innovations sont exclues notamment, car elles font référence à une catégorie d'innovation trop vaste, rendant ainsi la comparaison entre les alternatives difficilement précise et exacte. De plus, certaines technologies sont très bien développées et d'autres ne sont qu'au stade expérimental rendant la comparaison en fonction de certains critères difficile. Les innovations des secteurs-clés Gestion et traitement des déchets et Gestion de l'eau (du tableau 2.2) ont été exclues de l'analyse, car elles sont fortement corrélées aux modes de vie et aux comportements des occupants. L'analyse vise plutôt à évaluer en priorité les innovations touchant le bâtiment, ses composantes et ses matériaux, ainsi que les méthodes et les procédés de construction qui permettent une amélioration de la durabilité du parc de logements. Le secteur-clé Santé et bien-être des occupants (du tableau 2.2) est également exclu, car les innovations qui y figurent sont implicitement prises en considération par les innovations des autres secteurs. Effectivement, bien souvent les innovations de l'écoconstruction visent une amélioration de la performance environnementale des matériaux, des composantes ou du bâtiment dans son ensemble tout en apportant des bénéfices sur le plan de la santé et du bien-être des occupants.

Alternatives (innovations)	Catégorie	Secteur-clé	Description ou exemples	Inclusion à l'analyse	Justification
Appareils électriques et électroménagers économes en énergie	Produit	Énergie et efficacité énergétique	Labélisé ENERGY STAR	Non	Cette alternative concerne l'étape de l'utilisation du bâtiment uniquement et dépend des modes de vie et des comportements des occupants.
Approche ACV et économie circulaire	Méthode ou procédé	Écomatériaux	Utiliser du bois plutôt que du béton pour les charpentes	Non	Cette alternative est prise en considération par les autres alternatives du secteur-clé Écomatériaux.
Approche biomimétique	Produit	Écomatériaux	Tuiles de tapis sans colle (imitant les principes d'adhérence du gecko) de la compagnie Interface	Non	Cette alternative inclut des matériaux trop diversifiés.
Conception bioclimatique	Méthode ou procédé	Énergie et efficacité énergétique, procédés et méthodes de construction	Architecture solaire passive	Oui	La conception bioclimatique est reconnue pour ces bienfaits sociaux et environnementaux.
Conception et planification intégrée	Méthode ou procédé	Procédés et méthodes de construction	PCI, maisons évolutives, Bâti-Flex <sup>MC</sup> , modularité	Oui	Cette alternative est essentielle dans l'amélioration de la durabilité du parc de logements, car elle vise une réponse adéquate aux besoins de la société.
Démontage et démantèlement	Méthode ou procédé	Procédés et méthodes de construction	Vise la conservation et le recyclage des matériaux contrairement à la destruction classique des bâtiments	Oui	La réutilisation et le recyclage des matériaux sont primordiaux dans une optique de durabilité du cadre bâti.

Alternatives (innovations)	Catégorie	Secteur-clé	Description ou exemples	Inclusion à l'analyse	Justification
Matériaux biosourcés	Produit	Écomatériaux	Matériaux à base de fibres végétales	Oui	Les matériaux biosourcés offrent multiples avantages sur le plan de la durabilité, notamment leur mode de production responsable, le stockage du carbone et leur potentiel de biodégradabilité en fin de vie.
Matériaux certifiés	Produit	Écomatériaux	Bois certifié FSC, matériau certifié Écologo	Non	Cette alternative inclut des matériaux trop diversifiés.
Matériaux locaux	Produit	Écomatériaux	Produit au Québec et développés par des entreprises québécoises	Non	Cette alternative inclut des matériaux trop diversifiés. L'aspect local est pris en considération dans les alternatives sélectionnées.
Matériaux recyclés	Produit	Écomatériaux	Matériaux de fibre de bois recyclée	Oui	Le recyclage s'inscrit dans le concept des 3RV.
Préfabrication	Méthode ou procédé	Procédés et méthodes de construction	Impression 3D, préfabrication de matériaux de construction, ensembles et bâtiments complets	Oui	La préfabrication limite la production de déchets et le gaspillage de ressources.
Systèmes performants	Produit	Énergie et efficacité énergétique	Systèmes de chauffage, ventilation et climatisation	Non	Cette alternative concerne l'étape de l'utilisation du bâtiment et dépend des modes de vie et des comportements des occupants.
Systèmes utilisant les énergies renouvelables	Produit	Énergie et efficacité énergétique	Panneaux solaires, systèmes de chauffage et climatisation géothermique	Non	Cette alternative inclut des systèmes trop diversifiés.
Technologies d'efficacité énergétique de l'enveloppe du bâtiment	Produit	Énergie et efficacité énergétique	Valeurs RSI, standards de haute efficacité, isolation, étanchéité, portes et fenêtres performantes	Non	Cette alternative inclut des technologies trop diversifiées.
Technologies de contrôle informatisé et automatisé du bâtiment	Produit	Énergie et efficacité énergétique	Maison intelligente, domotique, éclairage et réglage de la température automatisés	Oui	Les technologies de contrôle peuvent permettre une utilisation plus efficace de l'énergie et de l'eau, rendant ainsi l'habitation plus confortable et plus écologique.
Technologies de gestion de l'eau et des déchets	Produit	Gestion et traitement des déchets et Gestion de l'eau	Phytotechnologie, système de compostage, gestion des CRD, systèmes de gestion des eaux de pluie ou eaux grises, appareils économes en eau	Non	Cette alternative concerne l'étape de l'utilisation du bâtiment et dépend des modes de vie et des comportements des occupants.
Technologies de suivi de la performance réelle du bâtiment	Méthode ou procédé	Procédés et méthodes de construction	BIM	Non	Les technologies de contrôle permettent de faire le suivi de la performance du bâtiment.
Technologies et conceptions visant à améliorer la santé et le bien-être des occupants	Produit, méthode ou procédé	Santé et bien-être des occupants	Conception biophilique, stratégies de ventilation naturelle	Non	Cette alternative est prise en compte implicitement dans l'analyse.



## ANNEXE 7 — MATRICES DE COMPARAISON DES ALTERNATIVES DE LA PREMIÈRE ANALYSE AHP EN FONCTION DES SOUS-CRITÈRES D'ÉVALUATION

### Matrice de comparaison des alternatives pour le sous-critère ÉCO 1 Abordabilité

Alternatives		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
Conception bioclimatique	A1	1	3	1/3	1/5	1/5	1	1/5
Conception et planification intégrée	A2	1/3	1	1/3	1/3	1/5	1	1/5
Démontage et démantèlement	A3	3	3	1	1/3	1/3	3	1/3
Matériaux biosourcés	A4	5	3	3	1	1/3	3	1
Matériaux recyclés	A5	5	5	3	3	1	5	3
Préfabrication	A6	1	1	1/3	1/3	1/5	1	1/5
Technologies de contrôle informatisé et automatisé du bâtiment	A7	5	5	3	1	1/3	5	1

#### Commentaires et justifications :

- A5 est une des alternatives les plus abordables. Les matériaux recyclés sont généralement plus abordables que les matériaux biosourcés.
- L'alternative A2 est moins abordable, car elle implique en début de projet la participation de multiples acteurs tels que des architectes et ingénieurs (électriques, mécaniques et civils) et concerne tout le bâtiment.
- A3 est moyennement abordable, car les coûts de démolition sont habituellement moins importants que les coûts de construction.
- Les technologies sont plus abordables que les activités de construction.

### Matrice de comparaison des alternatives pour le sous-critère ÉCO 2 Besoin réel

Alternatives		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
Conception bioclimatique	A1	1	1/3	1	1	1	1/5	1/5
Conception et planification intégrée	A2	3	1	5	5	5	1	3
Démontage et démantèlement	A3	1	1/5	1	1	1	1/5	1/5
Matériaux biosourcés	A4	1	1/5	1	1	1	1/5	1/5
Matériaux recyclés	A5	1	1/5	1	1	1	1/5	1/5
Préfabrication	A6	5	1	5	5	5	1	3
Technologies de contrôle informatisé et automatisé du bâtiment	A7	5	1/3	5	5	5	1/3	1

#### Commentaires et justifications :

- Les alternatives A2, A6 et A7 sont celles qui permettent le mieux de répondre aux besoins des occupants des bâtiments et aux besoins de la société en permettant d'adapter le bâtiment, de

le concevoir en fonction de certaines particularités ou en assurant une gestion efficace et un suivi de la performance.

- Les matériaux (alternatives A4 et A5) ne permettent pas vraiment de répondre aux besoins réels.

#### Matrice de comparaison des alternatives pour le sous-critère ÉCO 3 Création d'emplois

Alternatives		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
Conception bioclimatique	A1	1	5	1/3	1/3	1/3	1/3	5
Conception et planification intégrée	A2	1/5	1	1/5	1/3	1/3	1/5	1
Démontage et démantèlement	A3	3	5	1	3	3	1	5
Matériaux biosourcés	A4	3	3	1/3	1	1	1/3	5
Matériaux recyclés	A5	3	3	1/3	1	1	1/3	5
Préfabrication	A6	3	5	1	3	3	1	5
Technologies de contrôle informatisé et automatisé du bâtiment	A7	1/5	1	1/5	1/5	1/5	1/5	1

#### Commentaires et justifications :

- L'alternative A3 permet de créer beaucoup d'emplois, l'alternative A6 de même, car elles sont des activités déjà ancrées dans le secteur de la construction et qui nécessitent une grande quantité de main-d'œuvre.
- L'industrie des matériaux biosourcés et recyclés permet déjà de favoriser l'emploi au Québec. Ce sont des catégories d'innovation qui prennent leur essor, notamment les innovations en lien avec le bois, une ressource abondante et locale.
- A2 nécessite la participation de plusieurs professionnels d'horizon différent, mais comme c'est une étape de conception, moins d'emplois sont créés que pour la construction de bâtiments.

#### Matrice de comparaison des alternatives pour le sous-critère ÉCO 4 Développement d'une expertise québécoise et compétitivité sur les marchés internationaux

Alternatives		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
Conception bioclimatique	A1	1	1	1	1/5	1/5	1/5	1/3
Conception et planification intégrée	A2	1	1	1	1/5	1/5	1/5	1/5
Démontage et démantèlement	A3	1	1	1	1/5	1/5	1/5	1/5
Matériaux biosourcés	A4	5	5	5	1	3	1	3
Matériaux recyclés	A5	5	5	5	1/3	1	1	3
Préfabrication	A6	5	5	5	1	1	1	5
Technologies de contrôle informatisé et automatisé du bâtiment	A7	3	5	5	1/3	1/3	1/5	1

Commentaires et justifications :

- A1 étant déjà ancrée dans les pratiques de l'écoconstruction à l'échelle internationale, ne possède pas un bon potentiel de développer une expertise québécoise.
- A2 et A3 sont des innovations dont la portée dépend du projet et dont les bases sont déjà bien établies au niveau international.
- A2 et A3 étant propres à chaque projet, elles sont peu performantes pour ce critère.
- L'alternative A4 est celle qui offre le plus de potentiel pour ce sous-critère d'analyse.
- La préfabrication de matériaux et de composantes de bâtiment peut être une option intéressante de développement d'une expertise pour le Québec.
- A7 pourrait être une catégorie d'innovations à développer au Québec.

#### Matrice de comparaison des alternatives pour le sous-critère ÉCO 5 Économie sociale et solidaire

Alternatives		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
Conception bioclimatique	A1	1	1	1	1	1	1	1
Conception et planification intégrée	A2	1	1	1	1	1	1	1
Démontage et démantèlement	A3	1	1	1	1	1	1	1
Matériaux biosourcés	A4	1	1	1	1	1	1	1
Matériaux recyclés	A5	1	1	1	1	1	1	1
Préfabrication	A6	1	1	1	1	1	1	1
Technologies de contrôle informatisé et automatisé du bâtiment	A7	1	1	1	1	1	1	1

Commentaires et justifications :

- L'importance des alternatives est ici jugée équivalente. La participation à une économie sociale et solidaire dépend du modèle d'affaire de l'entreprise plus que du type d'innovation.

#### Matrice de comparaison des alternatives pour le sous-critère ÉCO 6 Retombées économiques locales

Alternatives		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
Conception bioclimatique	A1	1	3	1/3	1/5	1/5	1/5	3
Conception et planification intégrée	A2	1/3	1	1/5	1/5	1/5	1/5	1
Démontage et démantèlement	A3	3	5	1	1/3	1/3	1/3	5
Matériaux biosourcés	A4	5	5	3	1	1	1	5
Matériaux recyclés	A5	5	5	3	1	1	1	5
Préfabrication	A6	5	5	3	1	1	1	5
Technologies de contrôle informatisé et automatisé du bâtiment	A7	1/3	1	1/5	1/5	1/5	1/5	1

Commentaires et justifications :

- A4, A5 et A6 sont les alternatives qui permettent le plus de retombées économiques locales, car les matériaux sont fabriqués localement et la préfabrication de matériaux, de composantes ou de bâtiments implique les entreprises québécoises. Leur production stimule d'autres activités locales. De plus, l'expertise peut amener des gains financiers provenant des marchés internationaux.
- A1 et A3 possèdent un potentiel, car elles engagent une main-d'œuvre importante.
- A3 peut mener à l'utilisation des matériaux et des matières recyclés donc elle favorise l'économie circulaire locale en fournissant une matière première pour une autre activité économique.

#### Matrice de comparaison des alternatives pour le sous-critère ÉCO 7 Viabilité économique

Alternatives		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
Conception bioclimatique	A1	1	1	5	5	3	1	1
Conception et planification intégrée	A2	1	1	5	5	3	1	3
Démontage et démantèlement	A3	1/5	1/5	1	1/3	1/5	1/5	1/5
Matériaux biosourcés	A4	1/5	1/5	3	1	1/3	1/5	1/5
Matériaux recyclés	A5	1/3	1/3	5	3	1	1/3	1/3
Préfabrication	A6	1	1	5	5	3	1	3
Technologies de contrôle informatisé et automatisé du bâtiment	A7	1	1/3	5	5	3	1/3	1

Commentaires et justifications :

- A1 est viable économiquement. Les projets accomplis en fonction des principes d'architecture solaire passive prouvent des économies sur le long terme.
- A2 est viable. Comme tout est calculé et prévu à l'étape de la conception et planification, il y a très peu de pertes durant les étapes de construction, d'utilisation et de fin de vie du bâtiment. La situation est semblable dans le cas de A6.
- A3 est moins viable pour l'entreprise qui réalise l'activité, la démolition traditionnelle est moins coûteuse.
- Les matériaux recyclés sont généralement moins coûteux que les matériaux biosourcés. Le réemploi et la réutilisation permettent d'allonger considérablement la durée de vie rendant ainsi les matériaux recyclés viables sur le plan économique.
- A7 est viable économiquement dans l'optique où ces innovations permettent d'abaisser la consommation énergétique du bâtiment, réduisant de cette façon les dépenses des occupants.

### Matrice de comparaison des alternatives pour le sous-critère SOC 1 Amélioration de l'adaptabilité

Alternatives		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
Conception bioclimatique	A1	1	1/5	1	1	1	1/5	1
Conception et planification intégrée	A2	5	1	5	5	5	1	5
Démontage et démantèlement	A3	1	1/5	1	1	1	1/5	1
Matériaux biosourcés	A4	1	1/5	1	1	1	1/5	1
Matériaux recyclés	A5	1	1/5	1	1	1	1/5	1
Préfabrication	A6	5	1	5	5	5	1	5
Technologies de contrôle informatisé et automatisé du bâtiment	A7	1	1/5	1	1	1	1/5	1

#### Commentaires et justifications :

- A2 et A6 sont les alternatives les plus performantes sur le plan de l'amélioration de l'adaptabilité en permettant de prévoir et de concevoir un bâtiment en prévision des modifications et des besoins éventuels.
- Les autres alternatives ne permettent pas vraiment d'améliorer l'adaptabilité des bâtiments.

### Matrice de comparaison des alternatives pour le sous-critère SOC 2 Amélioration des enjeux relatifs à la santé, à la sécurité et à la qualité de vie

Alternatives		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
Conception bioclimatique	A1	1	1	5	1	5	3	3
Conception et planification intégrée	A2	1	1	5	1	5	1	1
Démontage et démantèlement	A3	1/5	1/5	1	1/5	1	1/5	1/5
Matériaux biosourcés	A4	1	1	5	1	5	3	3
Matériaux recyclés	A5	1/5	1/5	1	1/5	1	1/5	1/5
Préfabrication	A6	1/3	1	5	1/3	5	1	1
Technologies de contrôle informatisé et automatisé du bâtiment	A7	1/3	1	5	1/3	5	1	1

#### Commentaires et justifications :

- A1 améliore la qualité de vie en fournissant un espace confortable sur le plan thermique ainsi qu'une luminosité et ventilation naturelle.
- A2 et A6 permettent de limiter les atteintes à la santé et à la sécurité des occupants en rendant les bâtiments adaptés à leurs conditions et leurs besoins.
- A4 est de même une innovation performante pour ce sous-critère. Les matériaux biosourcés sont généralement plus sains que les matériaux conventionnellement utilisés.
- A7 permet également une amélioration de la qualité de vie en fournissant un suivi et un contrôle des paramètres.

### Matrice de comparaison des alternatives pour le sous-critère SOC 3 Dynamisme social

Alternatives		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
Conception bioclimatique	A1	1	1	1	1	1	1	1
Conception et planification intégrée	A2	1	1	1	1	1	1	1
Démontage et démantèlement	A3	1	1	1	1	1	1	1
Matériaux biosourcés	A4	1	1	1	1	1	1	1
Matériaux recyclés	A5	1	1	1	1	1	1	1
Préfabrication	A6	1	1	1	1	1	1	1
Technologies de contrôle informatisé et automatisé du bâtiment	A7	1	1	1	1	1	1	1

#### Commentaires et justifications :

- Toutes les alternatives sont jugées équivalentes sur le plan du dynamisme social. Ce sous-critère concerne plutôt les entreprises qui développent les innovations.

### Matrice de comparaison des alternatives pour le sous-critère SOC 4 Éducation et sensibilisation à l'environnement et au développement durable

Alternatives		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
Conception bioclimatique	A1	1	5	5	1	1	1	1
Conception et planification intégrée	A2	1/5	1	1	1/5	1/5	1/5	1/5
Démontage et démantèlement	A3	1/5	1	1	1/5	1/5	1/5	1/5
Matériaux biosourcés	A4	1	5	5	1	1	1	1
Matériaux recyclés	A5	1	5	5	1	1	1	1
Préfabrication	A6	1	5	5	1	1	1	1
Technologies de contrôle informatisé et automatisé du bâtiment	A7	1	5	5	1	1	1	1

#### Commentaires et justifications :

- Toutes les innovations peuvent permettre l'éducation et la sensibilisation à l'environnement et au développement durable. Les projets pilotes et les vitrines technologiques présentent souvent les innovations A1, A4, A5, A6 et A7.
- A2 et A3 comportent un potentiel, mais sont habituellement moins représentés dans les projets de démonstration d'écoconstruction et dans l'information donnée au grand public.

### Matrice de comparaison des alternatives pour le sous-critère SOC 5 Optimisation de l'espace urbain

Alternatives		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
Conception bioclimatique	A1	1	1/5	1	1	1	1/5	1
Conception et planification intégrée	A2	5	1	5	5	5	1/3	5
Démontage et démantèlement	A3	1	1/5	1	1	1	1/5	1
Matériaux biosourcés	A4	1	1/5	1	1	1	1/5	1
Matériaux recyclés	A5	1	1/5	1	1	1	1/5	1
Préfabrication	A6	5	3	5	5	5	1	5
Technologies de contrôle informatisé et automatisé du bâtiment	A7	1	1/5	1	1	1	1/5	1

#### Commentaires et justifications :

- A2 et A6 sont les alternatives les plus performantes pour ce sous-critère. Elles permettent effectivement de modifier le cadre bâti existant par exemple en ajoutant de nouveaux logements pour lesquels l'espace disponible est pris en considération lors de la conception ou de la préfabrication des composantes.
- A3, A4, A5 et A7 ne permettent pas une optimisation de l'espace urbain.

### Matrice de comparaison des alternatives pour le sous-critère SOC 6 Protection du patrimoine culturel

Alternatives		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
Conception bioclimatique	A1	1	1	1	1/3	1/3	1	1/3
Conception et planification intégrée	A2	1	1	1	1/3	1/3	1	1/3
Démontage et démantèlement	A3	1	1	1	1/3	1/3	1	1/3
Matériaux biosourcés	A4	3	3	3	1	1	3	1
Matériaux recyclés	A5	3	3	3	1	1	3	1
Préfabrication	A6	1	1	1	1/3	1/3	1	1/3
Technologies de contrôle informatisé et automatisé du bâtiment	A7	3	3	3	1	1	3	1

#### Commentaires et justifications :

- Aucune des alternatives n'entrave la protection du patrimoine culturel.
- A1, A2, A3 et A6 ne sont pas vraiment applicables à la protection du patrimoine culturel.
- A4 et A5 peuvent entrer dans les activités de restauration de bâtiments, combinant les innovations de l'écoconstruction à la protection du patrimoine culturel.
- A7 peut favoriser une meilleure gestion des bâtiments âgés.

### Matrice de comparaison des alternatives pour le sous-critère SOC 7 Respect de la culture et des traditions locales

Alternatives		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
Conception bioclimatique	A1	1	1	1	1	1	1	1
Conception et planification intégrée	A2	1	1	1	1	1	1	1
Démontage et démantèlement	A3	1	1	1	1	1	1	1
Matériaux biosourcés	A4	1	1	1	1	1	1	1
Matériaux recyclés	A5	1	1	1	1	1	1	1
Préfabrication	A6	1	1	1	1	1	1	1
Technologies de contrôle informatisé et automatisé du bâtiment	A7	1	1	1	1	1	1	1

#### Commentaires et justifications :

- Aucune alternative ne va à l'encontre de la culture et des traditions locales. Toutes ces innovations sont présentes sur le marché québécois de l'habitation.

### Matrice de comparaison des alternatives pour le sous-critère ENV 1 Diminution des émissions de GES (exploitation)

Alternatives		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
Conception bioclimatique	A1	1	3	5	5	5	5	3
Conception et planification intégrée	A2	1/3	1	5	5	5	5	3
Démontage et démantèlement	A3	1/5	1/5	1	1	1	1	1/5
Matériaux biosourcés	A4	1/5	1/5	1	1	1	1	1/5
Matériaux recyclés	A5	1/5	1/5	1	1	1	1	1/5
Préfabrication	A6	1/5	1/5	1	1	1	1	1/5
Technologies de contrôle informatisé et automatisé du bâtiment	A7	1/3	1/3	5	5	5	5	1

#### Commentaires et justifications :

- L'architecture de type A1 mène à des diminutions de la consommation énergétique en mettant à profit l'énergie solaire qui est propre, disponible et gratuite.
- Par la conception et planification intégrée, la consommation peut être restreinte au maximum. En revanche, pour un bâtiment existant, cette alternative ne s'applique pas.
- A3 touche plus la fin de vie du bâtiment, et non la phase d'exploitation.
- A4 et A5 concernent plutôt la phase de construction du bâtiment et les émissions relatives aux matériaux sont intrinsèques.
- A6 entre dans la phase de construction, et non la phase d'exploitation.
- A7 peut permettre la réduction des émissions en limitant aux besoins réels la consommation des occupants du bâtiment.



**Matrice de comparaison des alternatives pour le sous-critère ENV 2 Diminution des émissions de GES (intrinsèque)**

Alternatives		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
Conception bioclimatique	A1	1	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	1
Conception et planification intégrée	A2	5	1	3	1/5	1/5	1	5
Démontage et démantèlement	A3	5	1/3	1	1/5	1/5	1/3	5
Matériaux biosourcés	A4	5	5	5	1	1	3	5
Matériaux recyclés	A5	5	5	5	1	1	3	5
Préfabrication	A6	5	1	3	1/3	1/3	1	5
Technologies de contrôle informatisé et automatisé du bâtiment	A7	1	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	1

Commentaires et justifications :

- A1 intervient plutôt dans la réduction des émissions de l'exploitation du bâtiment.
- Le choix des matériaux influence les émissions intrinsèques d'un bâtiment. A4 et A5 sont donc des alternatives performantes pour ce sous-critère. L'intérêt des matériaux biosourcés réside dans le fait qu'ils ont un potentiel à capter et stocker le carbone, sont biodégradables et limitent le transport (lorsqu'ils sont locaux). Quant à eux, les matériaux recyclés limitent la production de nouveaux matériaux et ainsi l'impact carbone.
- A2 et A6 peuvent participer à limiter le carbone intrinsèque du bâtiment. A2 concerne la planification, donc le choix des matériaux. A6 intervient à l'étape de la construction, notamment lors de l'assemblage des matériaux et des composantes.
- A3 implique la gestion de la fin de vie du bâtiment dont la gestion des matériaux ce qui peut permettre une diminution des émissions de carbone intrinsèque.

**Matrice de comparaison des alternatives pour le sous-critère ENV 3 Gestion des problématiques urbaines**

Alternatives		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
Conception bioclimatique	A1	1	1/3	3	3	3	3	5
Conception et planification intégrée	A2	3	1	5	5	5	5	5
Démontage et démantèlement	A3	1/3	1/5	1	1	1	1	1
Matériaux biosourcés	A4	1/3	1/5	1	1	1	1	1
Matériaux recyclés	A5	1/3	1/5	1	1	1	1	1
Préfabrication	A6	1/3	1/5	1	1	1	1	1
Technologies de contrôle informatisé et automatisé du bâtiment	A7	1/5	1/5	1	1	1	1	1

Commentaires et justifications :

- Pour la gestion des îlots de chaleur, l'utilisation de matériaux réfléchissants et la végétalisation sont des aspects à prioriser dans le secteur du bâtiment. L'alternative A2 peut répondre à cet enjeu.
- A1 permet également la gestion de la chaleur en tenant en compte les particularités climatiques. Ainsi, la surchauffe est évitée en été.
- Pour la gestion des eaux pluviales, les toits verts sont un exemple de caractéristique du bâtiment qui permet la rétention d'eau. A2 est l'alternative qui permet de planifier ce type d'aménagement.

**Matrice de comparaison des alternatives pour le sous-critère ENV 4 Réduction de la consommation énergétique du bâtiment**

Alternatives		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
Conception bioclimatique	A1	1	1	5	5	5	5	1
Conception et planification intégrée	A2	1	1	5	5	5	5	1
Démontage et démantèlement	A3	1/5	1/5	1	1	1	1	1/5
Matériaux biosourcés	A4	1/5	1/5	1	1	1	1	1/5
Matériaux recyclés	A5	1/5	1/5	1	1	1	1	1/5
Préfabrication	A6	1/5	1/5	1	1	1	1	1/5
Technologies de contrôle informatisé et automatisé du bâtiment	A7	1	1	5	5	5	5	1

Commentaires et justifications :

- Les alternatives les plus performantes pour ce sous-critère sont A1, A2 et A7, car elles permettent de diminuer la consommation énergétique du bâtiment soit par sa conception, soit par l'optimisation de la consommation grâce à des technologies de contrôle informatisé et automatisé.
- Les autres innovations n'interviennent pas vraiment au niveau de la consommation d'énergie du bâtiment lors de la phase d'utilisation.

### Matrice de comparaison des alternatives pour le sous-critère ENV 5 Réduction de la production de déchets

Alternatives		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
Conception bioclimatique	A1	1	1	1/5	1	1/5	1/5	1
Conception et planification intégrée	A2	1	1	1/5	1	1/5	1/5	1
Démontage et démantèlement	A3	5	5	1	5	3	1	5
Matériaux biosourcés	A4	1	1	1/5	1	1/5	1/5	1
Matériaux recyclés	A5	5	5	1/3	5	1	1/3	5
Préfabrication	A6	5	5	1	5	3	1	5
Technologies de contrôle informatisé et automatisé du bâtiment	A7	1	1	1/5	1	1/5	1/5	1

#### Commentaires et justifications :

- Le démontage et démantèlement consiste en une innovation performante sur le plan de la réduction de la production de déchets en limitant le gaspillage et les rejets dans l'environnement, et ce, surtout en comparaison à la démolition traditionnelle.
- A6 restreint également la production de déchets, car les matériaux, composantes ou bâtiments sont fabriqués ou construits en usine.
- L'utilisation de matériaux recyclés peut de même contribuer à ce sous-objectif en favorisant l'intérêt et la demande pour ce genre de produit, limitant ainsi la mise au rebut des matières pouvant être recyclées.

### Matrice de comparaison des alternatives pour le sous-critère ENV 6 Réutilisation de l'existant

Alternatives		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
Conception bioclimatique	A1	1	1/5	1/5	1	1/5	1	1
Conception et planification intégrée	A2	5	1	1/3	5	1/3	5	5
Démontage et démantèlement	A3	5	3	1	5	1	5	5
Matériaux biosourcés	A4	1	1/5	1/5	1	1/5	1	1
Matériaux recyclés	A5	5	3	1	5	1	5	5
Préfabrication	A6	1	1/5	1/5	1	1/5	1	1
Technologies de contrôle informatisé et automatisé du bâtiment	A7	1	1/5	1/5	1	1/5	1	1

#### Commentaires et justifications :

- A3 et A5 favorisent la réutilisation de l'existant, dans ce cas des matériaux qui autrement deviennent des déchets.
- A2 peut ajouter un caractère évolutif aux projets de bâtiment.
- Aucune autre alternative ne favorise concrètement la réutilisation des bâtiments.

## ANNEXE 8 — MATRICES DE COMPARAISON DES ALTERNATIVES DE LA DEUXIÈME ANALYSE AHP EN FONCTION DES CRITÈRES D'ÉVALUATION

### Matrice de comparaison des alternatives pour le critère Préfabrication

Alternatives		NC1	NC2	NÉ1	NÉ2	RC	É	NRF
Nouvelle construction (avec démolition du bâtiment de référence)	NC1	1	1	1	1	3	3	5
Nouvelle construction (sans démolition du bâtiment de référence)	NC2	1	1	1	1	3	3	5
Nouvelle écoconstruction (avec démolition du bâtiment de référence)	NÉ1	1	1	1	1	3	3	5
Nouvelle écoconstruction (sans démolition du bâtiment de référence)	NÉ2	1	1	1	1	3	3	5
Rénovation conventionnelle	RC	1/3	1/3	1/3	1/3	1	1	3
Écorénovation	É	1/3	1/3	1/3	1/3	1	1	3
Ne rien faire	NRF	1/5	1/5	1/5	1/5	1/3	1/3	1

Commentaires et justifications :

- Les nouvelles constructions ou écoconstructions sont les alternatives les plus performantes pour ce critère.
- L'écorénovation et la rénovation conventionnelle permettent tout de même d'intégrer des matériaux préfabriqués.

### Matrice de comparaison des alternatives pour le critère Conception et planification intégrée

Alternatives		NC1	NC2	NÉ1	NÉ2	RC	É	NRF
Nouvelle construction (avec démolition du bâtiment de référence)	NC1	1	1	1/5	1/5	5	5	5
Nouvelle construction (sans démolition du bâtiment de référence)	NC2	1	1	1/5	1/5	5	5	5
Nouvelle écoconstruction (avec démolition du bâtiment de référence)	NÉ1	5	5	1	1	5	5	5
Nouvelle écoconstruction (sans démolition du bâtiment de référence)	NÉ2	5	5	1	1	5	5	5
Rénovation conventionnelle	RC	1/5	1/5	1/5	1/5	1	1	1
Écorénovation	É	1/5	1/5	1/5	1/5	1	1	1
Ne rien faire	NRF	1/5	1/5	1/5	1/5	1	1	1

Commentaires et justifications :

- La conception et planification intégrée est une étape qui intervient avant la construction du bâtiment, alors la rénovation conventionnelle et l'écorénovation ne peuvent intégrer optimalement cette innovation.
- Cette innovation est généralement plus utilisée en écoconstruction qu'en construction conventionnelle.

### Matrice de comparaison des alternatives pour le critère Matériaux recyclés

Alternatives		NC1	NC2	NÉ1	NÉ2	RC	É	NRF
Nouvelle construction (avec démolition du bâtiment de référence)	NC1	1	1	1/5	1/5	1/3	1/5	3
Nouvelle construction (sans démolition du bâtiment de référence)	NC2	1	1	1/5	1/5	1/3	1/5	3
Nouvelle écoconstruction (avec démolition du bâtiment de référence)	NÉ1	5	5	1	1	1	1	5
Nouvelle écoconstruction (sans démolition du bâtiment de référence)	NÉ2	5	5	1	1	1	1	5
Rénovation conventionnelle	RC	3	3	1	1	1	1/3	5
Écorénovation	É	5	5	1	1	3	1	5
Ne rien faire	NRF	1/3	1/3	1/5	1/5	1/5	1/5	1

#### Commentaires et justifications :

- Les matériaux recyclés sont plus souvent utilisés lors de travaux écologiques. L'utilisation de matériaux recyclés peut également avoir lieu lors de travaux de rénovation conventionnelle. Il n'est toutefois pas impossible que des matériaux recyclés soient utilisés pour de nouvelles constructions conventionnelles, le marché québécois offrant plusieurs options compétitives (par exemple les panneaux de gypse recyclés).

### Matrice de comparaison des alternatives pour le critère Matériaux biosourcés

Alternatives		NC1	NC2	NÉ1	NÉ2	RC	É	NRF
Nouvelle construction (avec démolition du bâtiment de référence)	NC1	1	1	1/5	1/5	1	1/5	3
Nouvelle construction (sans démolition du bâtiment de référence)	NC2	1	1	1/5	1/5	1	1/5	3
Nouvelle écoconstruction (avec démolition du bâtiment de référence)	NÉ1	5	5	1	1	5	1	5
Nouvelle écoconstruction (sans démolition du bâtiment de référence)	NÉ2	5	5	1	1	5	1	5
Rénovation conventionnelle	RC	1	1	1/5	1/5	1	1/5	3
Écorénovation	É	5	5	1	1	5	1	5
Ne rien faire	NRF	1/3	1/3	1/5	1/5	1/3	1/5	1

#### Commentaires et justifications :

- Les matériaux biosourcés peuvent être utilisés dans tous types de projets, ils sont toutefois plus présents dans les projets écologiques.

### Matrice de comparaison des alternatives pour le critère Démontage et démantèlement

Alternatives		NC1	NC2	NÉ1	NÉ2	RC	É	NRF
Nouvelle construction (avec démolition du bâtiment de référence)	NC1	1	5	1/5	5	1	1/3	5
Nouvelle construction (sans démolition du bâtiment de référence)	NC2	1/5	1	1/5	1	1/3	1/5	1
Nouvelle écoconstruction (avec démolition du bâtiment de référence)	NÉ1	5	5	1	5	5	3	5
Nouvelle écoconstruction (sans démolition du bâtiment de référence)	NÉ2	1/5	1	1/5	1	1/3	1/5	1
Rénovation conventionnelle	RC	1	3	1/5	3	1	1/5	3
Écorénovation	É	3	5	1/3	5	5	1	5
Ne rien faire	NRF	1/5	1	1/5	1	1/3	1/5	1

#### Commentaires et justifications :

- Les scénarios avec la démolition complète du bâtiment permettent la réalisation d'activités de démontage et de démantèlement. La probabilité est plus élevée pour l'écoconstruction. La rénovation et l'écorénovation peuvent également intégrer cette innovation à plus petite échelle.

### Matrice de comparaison des alternatives pour le critère Technologies de contrôle informatisé et automatisé du bâtiment

Alternatives		NC1	NC2	NÉ1	NÉ2	RC	É	NRF
Nouvelle construction (avec démolition du bâtiment de référence)	NC1	1	1	1/3	1/3	1	1/3	5
Nouvelle construction (sans démolition du bâtiment de référence)	NC2	1	1	1/3	1/3	1	1/3	5
Nouvelle écoconstruction (avec démolition du bâtiment de référence)	NÉ1	3	3	1	1	3	1	5
Nouvelle écoconstruction (sans démolition du bâtiment de référence)	NÉ2	3	3	1	1	3	1	5
Rénovation conventionnelle	RC	1	1	1/3	1/3	1	1/3	5
Écorénovation	É	3	3	1	1	3	1	5
Ne rien faire	NRF	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	1

#### Commentaires et justifications :

- Les technologies de contrôle informatisé et automatisé peuvent être ajoutées à n'importe quelle phase et n'importe quel bâtiment. Elles sont plus souvent utilisées pour réduire la consommation d'eau et d'énergie dans les bâtiments écologiques.

### Matrice de comparaison des alternatives pour le critère Conception bioclimatique

Alternatives		NC1	NC2	NÉ1	NÉ2	RC	É	NRF
Nouvelle construction (avec démolition du bâtiment de référence)	NC1	1	1	1/5	1/5	1	1/5	3
Nouvelle construction (sans démolition du bâtiment de référence)	NC2	1	1	1/5	1/5	1	1/5	3
Nouvelle écoconstruction (avec démolition du bâtiment de référence)	NÉ1	5	5	1	1	5	3	5
Nouvelle écoconstruction (sans démolition du bâtiment de référence)	NÉ2	5	5	1	1	5	3	5
Rénovation conventionnelle	RC	1	1	1/5	1/5	1	1/5	3
Écorénovation	É	5	5	1/3	1/3	5	1	5
Ne rien faire	NRF	1/3	1/3	1/5	1/5	1/3	1/5	1

Commentaires et justifications :

- Les principes de la conception bioclimatique sont appliqués dans les projets écologiques.

## ANNEXE 9 — MATRICES DE COMPARAISON DES ALTERNATIVES DE LA TROISIÈME ANALYSE AHP EN FONCTION DES CRITÈRES D'ÉVALUATION

### Matrice de comparaison des alternatives pour le critère SOC 1 Amélioration de l'adaptabilité

Alternatives		NC1	NC2	NÉ1	NÉ2	RC	É	NRF
Nouvelle construction (avec démolition du bâtiment de référence)	NC1	1	1	1/3	1/3	1/5	1/5	3
Nouvelle construction (sans démolition du bâtiment de référence)	NC2	1	1	1/3	1/3	1/5	1/5	3
Nouvelle écoconstruction (avec démolition du bâtiment de référence)	NÉ1	3	3	1	1	1/3	1/3	5
Nouvelle écoconstruction (sans démolition du bâtiment de référence)	NÉ2	3	3	1	1	1/3	1/3	5
Rénovation conventionnelle	RC	5	5	3	3	1	1	5
Écorénovation	É	5	5	3	3	1	1	5
Ne rien faire	NRF	1/3	1/3	1/5	1/5	1/5	1/5	1

#### Commentaires et justifications :

- Les scénarios impliquant des travaux de rénovation sont les plus performants pour ce critère, car ils permettent d'améliorer l'existant afin de répondre aux besoins des occupants. Une écoconstruction neuve peut également être construite en prévision de son adaptabilité dans le futur.

### Matrice de comparaison des alternatives pour le critère ENV 6 Réutilisation de l'existant

Alternatives		NC1	NC2	NÉ1	NÉ2	RC	É	NRF
Nouvelle construction (avec démolition du bâtiment de référence)	NC1	1	3	1/3	1	1/5	1/5	1
Nouvelle construction (sans démolition du bâtiment de référence)	NC2	1/3	1	1/3	1	1/5	1/5	1
Nouvelle écoconstruction (avec démolition du bâtiment de référence)	NÉ1	3	3	1	3	1/5	1/5	3
Nouvelle écoconstruction (sans démolition du bâtiment de référence)	NÉ2	1	1	1/3	1	1/5	1/5	1
Rénovation conventionnelle	RC	5	5	5	5	1	1	5
Écorénovation	É	5	5	5	5	1	1	5
Ne rien faire	NRF	1	1	1/3	1	1/5	1/5	1

#### Commentaires et justifications :

- La rénovation et l'écorénovation sont les alternatives qui permettent une meilleure réutilisation de l'existant en prolongeant la durée de vie utile des bâtiments et en les adaptant aux besoins des occupants. Le scénario Nouvelle écoconstruction (avec démolition) ouvre la possibilité à une réutilisation des matériaux.



### Matrice de comparaison des alternatives pour le critère ENV 2 Diminution des émissions de GES (intrinsèque)

Alternatives		NC1	NC2	NÉ1	NÉ2	RC	É	NRF
Nouvelle construction (avec démolition du bâtiment de référence)	NC1	1	1	1	1	1/5	1/5	1
Nouvelle construction (sans démolition du bâtiment de référence)	NC2	1	1	1	1	1/5	1/5	1
Nouvelle écoconstruction (avec démolition du bâtiment de référence)	NÉ1	1	1	1	1	1/5	1/5	1
Nouvelle écoconstruction (sans démolition du bâtiment de référence)	NÉ2	1	1	1	1	1/5	1/5	1
Rénovation conventionnelle	RC	5	5	5	5	1	1/3	5
Écorénovation	É	5	5	5	5	3	1	5
Ne rien faire	NRF	1	1	1	1	1/5	1/5	1

#### Commentaires et justifications :

- À première vue, le scénario NRF semble le plus performant. Toutefois, en effectuant aucun entretien, le bâtiment devient plus rapidement obsolète et cela augmente les probabilités qu'il soit démoli plutôt que rénové menant ainsi à des émissions intrinsèques.
- La rénovation et l'écorénovation détiennent les meilleurs potentiels de diminution des émissions intrinsèques en prolongeant la durée de vie utile du bâtiment.

### Matrice de comparaison des alternatives pour le critère ENV 5 Réduction de la production de déchets

Alternatives		NC1	NC2	NÉ1	NÉ2	RC	É	NRF
Nouvelle construction (avec démolition du bâtiment de référence)	NC1	1	1	1	1/3	1/5	1/5	1/5
Nouvelle construction (sans démolition du bâtiment de référence)	NC2	1	1	1	1/3	1/5	1/5	1/5
Nouvelle écoconstruction (avec démolition du bâtiment de référence)	NÉ1	1	1	1	1/3	1/5	1/5	1/5
Nouvelle écoconstruction (sans démolition du bâtiment de référence)	NÉ2	3	3	3	1	1/3	1/5	1/5
Rénovation conventionnelle	RC	5	5	5	3	1	1/3	1/5
Écorénovation	É	5	5	5	5	3	1	1/5
Ne rien faire	NRF	5	5	5	5	5	5	1

#### Commentaires et justifications :

- Ne rien faire ne produit aucun déchet.
- Les scénarios de rénovations sont ceux qui produisent le moins de déchets.
- Les scénarios de construction sans démolition produisent moins de déchets.
- Les travaux écologiques sont souvent orientés vers une réduction de la production de déchets comparativement aux travaux conventionnels.

### Matrice de comparaison des alternatives pour le critère SOC 5 Optimisation de l'espace urbain

Alternatives		NC1	NC2	NÉ1	NÉ2	RC	É	NRF
Nouvelle construction (avec démolition du bâtiment de référence)	NC1	1	5	1	5	1	1	5
Nouvelle construction (sans démolition du bâtiment de référence)	NC2	1/5	1	1/3	1	1/5	1/5	1
Nouvelle écoconstruction (avec démolition du bâtiment de référence)	NÉ1	1	3	1	5	1	1	5
Nouvelle écoconstruction (sans démolition du bâtiment de référence)	NÉ2	1/5	1	1/5	1	1/5	1/5	1
Rénovation conventionnelle	RC	1	5	1	5	1	1	5
Écorénovation	É	1	5	1	5	1	1	5
Ne rien faire	NRF	1/5	1	1/5	1	1/5	1/5	1

#### Commentaires et justifications :

- Ici, les travaux de rénovation performant dans la mesure où ils permettent de limiter l'étalement urbain, la démolition et la construction nouvelle en adaptant l'espace aux besoins. Les nouvelles constructions avec démolition peuvent pour ce critère être performantes en considérant que certains vieux bâtiments ne peuvent être conservés et que leur démolition ouvre plus de possibilités d'optimisation de l'espace urbain. Aussi, les nouvelles constructions sans démolition impliquent souvent un étalement urbain, c'est pourquoi ces scénarios sont peu performants.

### Matrice de comparaison des alternatives pour le critère ENV 3 Gestion des problématiques urbaines

Alternatives		NC1	NC2	NÉ1	NÉ2	RC	É	NRF
Nouvelle construction (avec démolition du bâtiment de référence)	NC1	1	1	1/5	1/5	1	1	1
Nouvelle construction (sans démolition du bâtiment de référence)	NC2	1	1	1/5	1/5	1	1	1
Nouvelle écoconstruction (avec démolition du bâtiment de référence)	NÉ1	5	5	1	1	5	3	5
Nouvelle écoconstruction (sans démolition du bâtiment de référence)	NÉ2	5	5	1	1	5	3	5
Rénovation conventionnelle	RC	1	1	1/5	1/5	1	1	5
Écorénovation	É	1	1	1/3	1/3	1	1	5
Ne rien faire	NRF	1	1	1/5	1/5	1/5	1/5	1

#### Commentaires et justifications :

- Pour ce critère, ce sont les projets écologiques qui sont les plus performants. Par leurs caractéristiques écologiques, ils tendent à répondre aux problématiques urbaines. Par exemple, les toits verts aident à réduire les îlots de chaleur et absorbent les eaux pluviales.
- Les nouveaux bâtiments conventionnels peuvent même nuire à la gestion des problématiques urbaines lorsqu'ils ne sont pas conçus en fonction du milieu qui les reçoit.

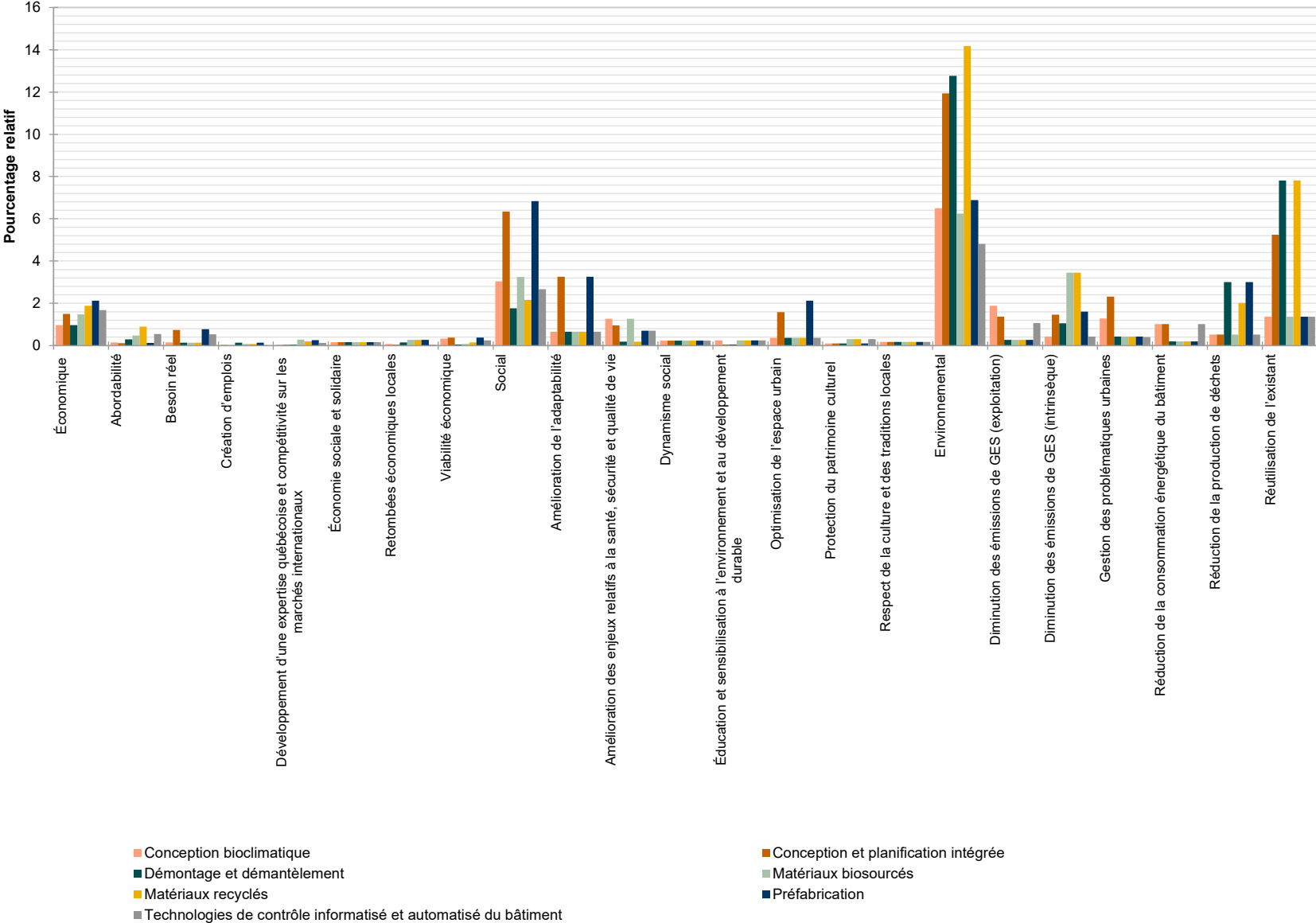
**Matrice de comparaison des alternatives pour le critère ENV 1 Diminution des émissions de GES (exploitation)**

Alternatives		NC1	NC2	NÉ1	NÉ2	RC	É	NRF
Nouvelle construction (avec démolition du bâtiment de référence)	NC1	1	1	1/5	1/5	3	1	3
Nouvelle construction (sans démolition du bâtiment de référence)	NC2	1	1	1/5	1/5	3	1	3
Nouvelle écoconstruction (avec démolition du bâtiment de référence)	NÉ1	5	5	1	1	5	3	5
Nouvelle écoconstruction (sans démolition du bâtiment de référence)	NÉ2	5	5	1	1	5	3	5
Rénovation conventionnelle	RC	1/3	1/3	1/5	1/5	1	1/3	5
Écorénovation	É	1	1	1/3	1/3	3	1	5
Ne rien faire	NRF	1/3	1/3	1/5	1/5	1/5	1/5	1

Commentaires et justifications :

- La diminution des émissions de GES du parc immobilier implique une réduction de la consommation d'énergie, ainsi qu'une réduction de l'espace utilisé. Les scénarios d'écoconstruction et d'écorénovation visent une meilleure intégration des principes de durabilité et participent donc à minimiser l'empreinte écologique des bâtiments. Pour ce critère, ce sont les nouvelles écoconstructions qui risquent d'atteindre une performance environnementale supérieure.

# ANNEXE 10 — ALTERNATIVES À PRIORISER EN FONCTION DES CRITÈRES ET SOUS-CRITÈRES



Critères/Alternatives	Conception bioclimatique	Conception et planification intégrée	Démontage et démantèlement	Matériaux biosourcés	Matériaux recyclés	Préfabrication	Technologies de contrôle informatisé et automatisé du bâtiment	IC	RC
<b>Économique</b>	<b>0,97</b>	<b>1,50</b>	<b>0,97</b>	<b>1,48</b>	<b>1,89</b>	<b>2,12</b>	<b>1,68</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
Abordabilité	0,16	0,12	0,29	0,48	0,89	0,13	0,55	0,08	5,70
Besoin réel	0,15	0,74	0,14	0,14	0,14	0,78	0,53	0,04	3,28
Création d'emplois	0,06	0,02	0,14	0,07	0,07	0,14	0,02	0,09	6,70
Développement d'une expertise québécoise et compétitivité sur les marchés internationaux	0,04	0,04	0,04	0,28	0,20	0,25	0,12	0,07	5,21
Économie sociale et solidaire	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,00	0,00
Retombées économiques locales	0,08	0,04	0,15	0,27	0,27	0,27	0,04	0,06	4,40
Viabilité économique	0,33	0,38	0,05	0,08	0,15	0,38	0,25	0,08	5,73
<b>Social</b>	<b>3,04</b>	<b>6,35</b>	<b>1,76</b>	<b>3,24</b>	<b>2,16</b>	<b>6,83</b>	<b>2,67</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
Amélioration de l'adaptabilité	0,65	3,25	0,65	0,65	0,65	3,25	0,65	0,00	0,00
Amélioration des enjeux relatifs à la santé, à la sécurité et à la qualité de vie	1,28	0,95	0,19	1,28	0,19	0,71	0,71	0,05	3,80
Dynamisme social	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,00	0,00
Éducation et sensibilisation à l'environnement et au développement durable	0,24	0,05	0,05	0,24	0,24	0,24	0,24	0,00	0,00
Optimisation de l'espace urbain	0,36	1,58	0,36	0,36	0,36	2,12	0,36	0,02	1,63
Protection du patrimoine culturel	0,10	0,10	0,10	0,30	0,30	0,10	0,30	0,00	0,00
Respect de la culture et des traditions locales	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,00	0,00
<b>Environnemental</b>	<b>6,51</b>	<b>11,93</b>	<b>12,77</b>	<b>6,25</b>	<b>14,18</b>	<b>6,89</b>	<b>4,81</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
Diminution des émissions de GES (exploitation)	1,88	1,37	0,28	0,28	0,28	0,28	1,07	0,06	4,24
Diminution des émissions de GES (intrinsèque)	0,43	1,47	1,05	3,45	3,45	1,61	0,43	0,13	9,58
Gestion des problématiques urbaines	1,29	2,31	0,42	0,42	0,42	0,42	0,40	0,01	0,96
Réduction de la consommation énergétique du bâtiment	1,01	1,01	0,20	0,20	0,20	0,20	1,01	0,00	0,00
Réduction de la production de déchets	0,53	0,53	3,00	0,53	2,02	3,00	0,53	0,03	2,61
Réutilisation de l'existant	1,37	5,24	7,81	1,37	7,81	1,37	1,37	0,03	2,61
<b>Total</b>	<b>10,52</b>	<b>19,78</b>	<b>15,50</b>	<b>10,97</b>	<b>18,23</b>	<b>15,84</b>	<b>9,16</b>		